DIE NATURWISSENSCHAFTEN

20. Jahrgang | 22. Januar 1932 | Heft 4

Zu David Hilberts siebzigstem Geburtstag.

Von H. Weyl, Göttingen.

Am 23. Januar begeht David Hilbert seinen siebzigsten Geburtstag. Dies ist ein hoher Festtag für die deutschen Mathematiker, bei denen es längst Brauch geworden ist, Hilberts Geburtstag Jahr um Jahr zu feiern, in warmer persönlicher Verehrung für den Meister, aber zugleich als ein Symbol, in dem die mathematische Gilde ihres Glaubens und ihrer Einigkeit sich versichert. Auf dem ganzen Erdkreis repräsentiert ohne Zweifel Hilberts Name heute am sichtbarsten, was die Mathematik im Gefüge des objektiven Geistes bedeutet und wie das Mathematisieren als eine Grundhaltung schöpferischen Menschentums unter uns lebendig ist. Der Zauber, den seine wissenschaftliche Persönlichkeit auf die ihm nachfolgende Generation bis herab zu den Jüngsten unvermindert ausübt, ist außer in seiner gewaltigen Leistung darin begründet, daß wir alle fühlen: die mathematische Gesinnung, die unser Arbeiten trägt, die besondere Spielart unseres mathematischen Denkens geht mehr als auf irgendeinen anderen Lebenden auf ihn zurück; und keiner ist unter uns, der ihm das Wasser reichen könnte! Hinzu kommt, daß sein Temperament der Jugend verwandt geblieben ist: immer noch leidenschaftlich vorstoßend in einer bestimmten Richtung, darum auch leidenschaftlich Partei nehmend, ist nichts „Olympisches" in ihm; mit milder aussöhnender Gerechtigkeit einen weiten vielverzweigten Bezirk verwalten und ordnen, das ist nicht seine Haltung. Dem Gewaltigen, dessen Gedächtnis dieses Jahr vor allem gewidmet ist, Goethe, ist er wenig verwandt.

Hilbert vollbrachte seine ersten großen Taten auf dem Gebiete der *Invariantentheorie*, die um 1890 viele mathematische Hirne und Hände beschäftigte. Er löste die zentralen Probleme — mit so schlagender Gewalt, daß der ganzen Theorie darüber der Atem ausging. (Erst in unseren Tagen fängt sie an, durch das Blut, das ihr von der Gruppentheorie zugeführt wird, wieder zum Leben zu erwachen.) Aber die Hilbertsche Lösung sah ganz anders aus, als es die gleichen Zielen nachstrebenden Algebraiker erwartet hatten. Er machte sich frei von der ganzen Technik, die namentlich Gordan bis zur Virtuosität ausgebildet hatte, den komplizierten algebraischen Algorithmen, durch die man in mühsamer Konstruktion die Invarianten aufbaute; *er sah die Aufgabe in ihrer ursprünglichen gedanklichen Einfachheit und löste sie mit gedanklich einfachen, rein „existentiellen" Mitteln.* Diese Art des Vorgehens ist immer typisch geblieben für Hilbert; in späterer Zeit zeugt dafür z. B. der Beweis des Dirichletschen Prinzips, die Ausbildung der *„direkten Methoden der Variationsrechnung"*. Der wunde Punkt liegt darin, daß ein so erbrachter Beweis meistens nicht die wirkliche Herstellung des Geforderten ohne weiteres ermöglicht; darum ist die „transzendente" Methode — in der es um die Rolle des Unendlichen in der Mathematik geht —, namentlich von seiten des Algebraikers Kronecker und des Intuitionisten Brouwer, heftigem Angriff ausgesetzt gewesen. Hilbert hat in seiner Grundlagenforschung diese Methodik, in der er den eigentlichen Quell für die Macht und Durchsichtigkeit des mathematischen Denkens erblickt, leidenschaftlich verteidigt; er verteidigt hier den Kern seines wissenschaftlichen Glaubens und seines eigenen mathematischen Lebenswerkes. Aber selbst wenn die algorithmenfreie existentielle Art der Lösung zunächst keine explizite Konstruktion liefert, so ist ihr Ausbau nach dieser Richtung doch häufig möglich; nur ist das vom Hilbertschen Standpunkt eine *cura posterior*. v. Kármán schilderte in einer gedankenreichen Rede über *„Mathematik und technische Wissenschaften"*, die er in Göttingen bei Gelegenheit der Eröffnung des neuen Mathematischen Instituts hielt, wie gerade solche direkten Methoden im Gegensatz zu bestimmten fertigen Algorithmen in der *angewandten Mathematik* außerordentlich fördernd gewirkt haben.

Hilbert hat nicht einen einzigen Stollen im Bergwerk der Mathematik sich zum Arbeitsfeld ausersehen, ihn in die Tiefe und Breite ausschachtend; sondern es erscheint mir bezeichnend für ihn, daß *er mehrere Male, fast abrupt, das Gebiet seiner Forschung gewechselt hat. Invarianten, Zahlkörper, Axiome der Geometrie, Variationsrechnung, Integralgleichungen, Relativitätstheorie, logische Grundlagen der Mathematik* sind ein paar Stichworte, die seine zeitlich aufeinanderfolgenden Interessensphären bezeichnen. Freilich strebt er, solange er ein bestimmtes Ziel ergriffen hat, mit ausschließlicher und gespannter Intensität nur in dieser einen Richtung vorwärts; trieb er Integralgleichungen, so konnte es fast scheinen, als diene die ganze Mathematik nur zur Vorbereitung oder Anwendung der Integralgleichungen. Aber trotz der Mannigfaltigkeit der ergriffenen Gegenstände wirkt Hilberts mathematisches Werk doch einheitlich. Der gemeinsame Denkstil ist unverkennbar. Er liegt vor allem in der schon erwähnten *naiven und direkten Stellung und Inangriffnahme der Probleme.* Als weiteres Kennzeichen würde ich angeben: *Kraft*, die sich nie zu herkulischer Anstrengung verkrampft, gepaart mit einer ganz eigenen kompromißlosen *Reinheit*. Der Stil im literarischen Sinne ist das getreue Abbild der Denkweise. Hilberts Vorwort zu seinem Bericht über die *Theorie der algebraischen Zahlkörper* und sein Vortrag *„Über das Unendliche"* gehören für mich zu den schönsten Stücken der deutschen Prosa.

Unzertrennlich davon ist der *Hilbertsche Optimismus*, sein festes *Vertrauen in die Macht des vernünftigen Denkens, das auf einfache klare Fragen einfache und klare Antworten zu erzwingen vermag.* Sein Vortrag *„Naturerkennen und Logik"*, den er in seiner Geburtsstadt Königsberg auf der Naturforscherversammlung

von 1930 hielt, legt Zeugnis davon ab. Er beginnt: „Die Erkenntnis von Natur und Leben ist unsere vornehmste Aufgabe. Alles menschliche Streben und Wollen mündet dahin, und immer steigender Erfolg ist uns dabei zuteil geworden", und zum Schluß heißt es: „Statt des törichten *Ignorabimus* heiße im Gegenteil unsere Losung: Wir müssen wissen, Wir werden wissen." Die Menschen von heute hören so etwas nicht gerne; sie sehen darin flachsinnigen Rationalismus oder menschliche Vermessenheit und berufen sich für ihre Absage an die *Ratio* mit einem Schwall wirrer Worte auf das „Leben" oder die tiefere „existentielle Wahrheit" oder des Menschen „Kreatürlichkeit". Und zugegeben: der eine und andere Satz in HILBERTS Rede klingt bedenklich an die Worte an, mit denen GOTTFRIED KELLER, das „Sinngedicht" beginnend, seinen Naturforscher Reinhart verspottet: „Vor etwa fünfundzwanzig Jahren, *als die Naturwissenschaften eben wieder auf einem höchsten Gipfel standen* . . ." Dennoch tut man HILBERT Unrecht, wenn man seinen Rationalismus etwa mit dem eines HAECKEL in den gleichen Topf wirft. Bei HILBERT liegt ein viel feinerer Begriff des Erkennens zugrunde. Vermessenheit wäre seine Haltung, wenn das gesuchte Wissen jene *magische Erkenntnis* wäre, nach der sich Faust sehnt („Schau' alle Wirkenskraft und Samen"), die in einer Art intellektueller Anschauung uns das „Innere der Dinge" aufschließen will und die auch heute noch von den Meisten der Wissenschaft als Ziel untergeschoben wird. Sie mag ihre „existentielle" Bedeutung haben für das menschliche Dasein und das Gefühl beschwingen, aber *das in Voraussagen sich bewährende Wissen um die Wirklichkeit* wird nur gefördert durch die *mathematische Methode*, die zwar nicht „in Worten", wohl aber in Symbolen „kramt", die theoretische Konstruktion, wie sie am entschiedensten von der Physik geübt wird.

HILBERT ist Mathematiker. Er wäre trotzdem für die Naturwissenschaft von großer Bedeutung, auch wenn er selber nicht aktiv in die Entwicklung der theoretischen Physik eingegriffen hätte. Vielleicht hatte er eine Zeitlang einmal den „Ehrgeiz", Physiker zu werden, und vielleicht hat er damals die Rolle überschätzt, welche gegenwärtig die axiomatische Methode in der noch so weit von einem stationären Zustand entfernten Physik spielen kann. Aus jener Zeit stammt sein Wort — das nur dem anmaßend klingt, der nicht an HILBERTS lachend vorgebrachte Paradoxien gewöhnt ist —: „Die Physik ist ja für die Physiker viel zu schwer." Worauf die Angegriffenen mit Fug und Recht erwidern konnten: „Immer besser noch, man macht sich die Theorie etwas zu leicht, als daß man die *Tatsachen* zu leicht nimmt, wie ihr Herren Mathematiker!" Aber wir wollen doch nicht vergessen, daß HILBERT in seinen *gaskinetischen Arbeiten* und durch die Aufstellung der „Weltgleichungen" im Rahmen der *allgemeinen Relativitätstheorie* (gleichzeitig mit EINSTEIN) der Physik ganz bedeutende Dienste geleistet hat. Auf mathematischem Gebiet ist wohl sein *zahlentheoretisches* Werk das Tiefste und Zukunftreichste, was er geschaffen hat, für die Wissenschaft überhaupt die Wendung und Durchbildung, die er der *Axiomatik* gab, zuerst in seinen „Grundlagen der Geometrie", im letzten Jahrzehnt aber hauptsächlich durch seine *Beweistheorie der formalisierten Mathematik*, welche die Axiomatisierung der Wissenschaften abschließen soll. —

Die öffentliche Meinung hat in den letzten Jahrzehnten heftige Kritik an den Universitäten geübt. Sie füllten, so hieß es, den ihnen zugewiesenen Platz im geistigen Leben der Nation nicht mehr aus. Wir Universitätsmänner sollten in Spezialistentum versackt, in Alexandrinertum erstarrt sein; den einen führten wir die Jugend nicht genug, den anderen taten wir nicht genug in allseitig harmonischer Ausbildung der Persönlichkeit, den dritten waren wir nicht aktivistisch genug eingestellt. Ich glaube, daß die Angehörigen der naturwissenschaftlichen Fakultäten dazu immer ein bißchen die Köpfe geschüttelt haben; wir fühlten uns davon wenig betroffen. Man nehme nur als Beispiel die Physik. Innerhalb der letzten dreißig Jahre sind da wahrhaftig große Dinge geschehen, es ging lebendig und umstürzlerisch genug zu, und die Träger der Entwicklung waren durchaus die Universitäten und ihre Forschungsanstalten. Wir hatten es wirklich nicht nötig, uns vor einem geheimnissüchtigen Publikum mit dem Flitter von Eintagsmetaphysiken auszuputzen. Aber auch ganz im allgemeinen scheint mir, daß jene Kritik die heutigen Universitäten nicht an einem Vorbild mißt (und des Abfalls beschuldigt), das jemals existiert hat, sondern an der in einer bestimmten deutschen Bildungsepoche (HERDER, HUMBOLDT, romantische Philosophie) geforderten *Idee* der *universitas litterarum*; einer Idee außerdem, deren Verwirklichung meiner Meinung nach keineswegs erwünscht ist, weil sie die Macht der bloßen *Besinnung* und *Sinndeutung* im Vergleich zur *einzelnen konstruktiven wissenschaftlichen Tat* weit überschätzt. HILBERT war weder Jugendführer, noch umfassender Organisator, noch allseitig harmonische Persönlichkeit, noch braute er Weltanschauungen zusammen. Aber wir sehen an ihm, und er erscheint mir ein ganz starkes Beispiel dafür, *wie ungeheuer positiv das nackte wissenschaftliche Genie wirkt*, das seinem Talent Treue hält durch Fleiß und Beharrlichkeit in der Schöpfung seiner Werke. Ich erinnere mich, mit welchem Zauber das erste mathematische Kolleg mich ergriff, das ich hörte; ich preise mich noch jetzt glücklich, daß es ein HILBERTsches Kolleg war, seine berühmte Vorlesung über die Transzendenz von e und π.

Wehe der Jugend, welche durch eine Gestalt wie die HILBERTS, durchsichtiges Gefäß des sich selbst verwirklichenden Geistes, nicht mehr im Innersten angerührt wird und angefeuert zum Mitbesitz und Weiterdenken der errungenen Erkenntnisse!

Aber wohl uns, daß unsere Entwicklung unter dem Eindrucke seines Forschens, Wirkens und Lehrens verlief! Die Verehrung und Liebe seiner Fachgenossen in Mathematik und Naturwissenschaft, die ihm so vieles verdanken, begleiten ihn ins neue Jahrzehnt seines Lebens.

Altersschichtung und Bevölkerungszahl in Deutschland.

Von R. v. MISES, Berlin.

(Aus dem Institut für angewandte Mathematik an der Universität.)

Wenn jemand heute, etwa im Statistischen Jahrbuch des Deutschen Reiches, die Übersicht über die Bevölkerungsbewegung der letzten Zeit ansieht, wird er finden, daß ungefähr seit 1925 die Zahl der Verstorbenen im Jahre rund 11 bis 12 auf das Tausend der Bevölkerung beträgt. Da 1000 : $11\frac{1}{2}$ rund 85 ist, so bedeutet dies, daß jeder 85. Bewohner Deutschlands im Jahre stirbt, daß die Bevölkerung sich in 85 Jahren erneuert oder daß das mittlere Lebensalter des Menschen bei 85 Jahren liegt! Niemand wird glauben, daß es damit seine Richtigkeit hat.

Tatsächlich läßt sich auf andere Weise feststellen, daß die mittlere Lebensdauer im Laufe des letzten halben Jahrhunderts sehr bedeutend gestiegen ist, von etwa 35 Jahren um 1870 herum auf rund 57 Jahre nach den neuesten Zählungen. Würden wir uns heute in einem normalen, stabilen Zustande befinden, so müßte jährlich nicht jeder 85., sondern jeder 57. Mensch sterben; statt 11 bis 12 müßte die Sterblichkeitszahl pro Tausend etwa 18 betragen. Wodurch ist dieser Widerspruch zu erklären? Er hängt zusammen mit der äußerst *abnormen Altersschichtung*, die unsere Bevölkerung zur Zeit aufweist.

Besser als lange Erklärungen unterrichtet ein Blick auf die beigefügten Fig. 1 und 2 über die bestehenden Altersverhältnisse der Bevölkerung. Die „Alterspyramiden" sind in der Weise entworfen, daß auf der Vertikalen die Altersjahre von 0—95 aufgetragen wurden, in der Waagerechten nach rechts bzw. nach links die Anzahl der Frauen bzw. der Männer, die in dem betreffenden Alter stehen. Befänden wir uns in einem stabilen Dauerzustand konstanter Altersverteilung, so müßte die Begrenzung der Pyramide so regelmäßig verlaufen, wie es die glockenartigen beiden Linien rechts und links andeuten. Die Basis, die der Zahl der jährlichen Geburten entspricht, müßte die *breiteste* Stelle der Pyramide sein, und von Jahr zu Jahr (in der Figur von unten nach oben) müßte die Breite, der Sterblichkeit des betreffenden Jahrganges entsprechend, *abnehmen*. Wie es aber in der Tat im Jahre 1925 aussah, zeigen die stärker ausgezogenen, auf den ersten Blick ganz unregelmäßig verlaufenden Begrenzungslinien rechts und links in Fig. 1. Zu ihrer Deutung ist folgendes zu sagen:

Symmetrisch auf beiden Seiten fällt zunächst der überaus tiefe Einschnitt in der Zahl der 7- bis 10jährigen auf. Hierin äußert sich der Geburtenausfall der Jahre 1915—1918, der sich naturgemäß in einer Statistik des Jahres 1925 bei den Altersklassen 7—10 auswirken muß. In dem jähen Anstieg der Zahlen der 6- und 5jährigen (gegenüber denen der 7- bis 10jährigen) ebenfalls symmetrisch bei Frauen und Männern, zeigt sich eine gewisse, nach Beendigung des Krieges eingetretene Kompensation des früheren Geburtenrückganges. Es ist interessant, zum Vergleich des Größenausmaßes dieser Wirkungen die kleine Unregelmäßigkeit heranzuziehen, die in den Altersklassen 54—56 schwach erkennbar ist; sie zeigt einen kleinen Geburtenausfall und eine darauf folgende stoßartige Zunahme der Geburtenzahl im Zusammenhang mit dem Krieg von 1870. Eine weitere stark in die Augen fallende Wirkung des letzten Krieges äußert sich in der unsymmetrischen, nur auf der Seite der Männer erkennbaren, tiefen und ausgedehnten Einbuchtung in den Jahresklassen 27 bis 50. Das sind die unmittelbaren Frontverluste, die sich im Kriege über die Altersklassen etwa 18—43 der Männer erstreckten[1]. Schließlich ist charakteristisch, wiederum symmetrisch auf beiden Seiten, nicht mehr unmittelbare Kriegsfolge, der neuerliche Einschnitt am Fuß der Pyramide. In ihm kommt der durch die wirtschaftlichen Verhältnisse bedingte Geburtenrückgang der letzten Jahre, etwa von 1922 an, zum Ausdruck.

Außer der momentanen Altersschichtung muß man, um einen Bevölkerungszustand beurteilen zu können, auch seine „*Absterbeordnung*" kennen, d. h. die Verteilung der Todesfälle auf die verschiedenen Altersklassen. Man konstruiert eine Absterbeordnung oder die zugehörige „normale" Alterspyramide, indem man zunächst feststellt, welcher Bruchteil der einem bestimmten Alter angehörenden Menschen innerhalb eines Jahres stirbt. Zum Beispiel sind im Durchschnitt der Jahre 1924—1926 von den damals 20jähr. Männern pro Jahr 0,427%, von den 40jähr. Männern 0,535% gestorben. Auf Grund der Gesamtheit dieser Zahlen für alle Altersklassen läßt sich ein Bild davon herstellen, wie die „natürliche" Altersschichtung beschaffen sein muß. Die Breite der Normalpyramide in der Höhe 20 gibt, um 0,427% verringert, die Breite in der Höhe 21; analog beträgt die Breitenabnahme vom 40. zum 41. Jahr in der Normalpyramide 0,535%. In unseren Fig. 1 und 2 sind, wie schon erwähnt, diese der natürlichen Absterbeordnung entsprechenden normalen Begrenzungslinien mit dünnerer Linie eingezeichnet. Dabei ist die Basisbreite, d. h. die Zahl der Geborenen, so gewählt, wie es der Ge-

[1] Es mag von Interesse sein, die *absoluten* Werte der Kriegsverluste hier anzugeben. Nach einer älteren Veröffentlichung unseres Instituts (Z. angew. Math. u. Mech. **1926**, 76) ist der gesamte Menschenverlust Deutschlands im Krieg auf rund 5,3 Millionen anzusetzen, wovon 1,8 Millionen auf Vermehrung der Todesfälle, 3,5 auf Verminderung der Geburten entfallen. — Ende 1920 war, von den Gebietsabtretungen abgesehen, der Bevölkerungsstand von Anfang 1914 wieder erreicht.

samtgröße der Bevölkerung, mit der verglichen werden soll, entspricht.

Es ist nun klar, woher die eingangs festgestellte Unstimmigkeit in der Zahl der Verstorbenen herrührt. Die drei bei Beschreibung der Fig. 1 hervorgehobenen Störungen der normalen Bevölkerungsentwicklung, der Geburtenausfall im Kriege, die Frontverluste und der Geburtenrückgang der letzten Zeit, wirken zusammen dahin, daß die Altersklassen, die *eine relativ höhere Sterblichkeit aufweisen*, vor allem die Kinderjahre, in unserer heutigen Bevölkerung *schwächer vertreten* sind als im Normalzustand. Während die Bevölkerung, wenn sie die normale Altersschichtung der Absterbeordnung hätte, jährlich rund 18 Todesfälle auf 1000 aufweisen müßte, entspricht dem Überbesetztsein der weniger kritischen, dem Unterbesetztsein der kritischen Altersklassen die geringere Sterblichkeitsziffer von rund 12 auf 1000. In dieser geringen Zahl von Todesfällen drückt sich also nicht etwa ein besonders günstiger Gesundheitszustand der Bevölkerung oder ein besonderer Erfolg der Hygiene aus; er ist vielmehr nur bedingt durch die Abnormität der augenblicklichen Altersverteilung.

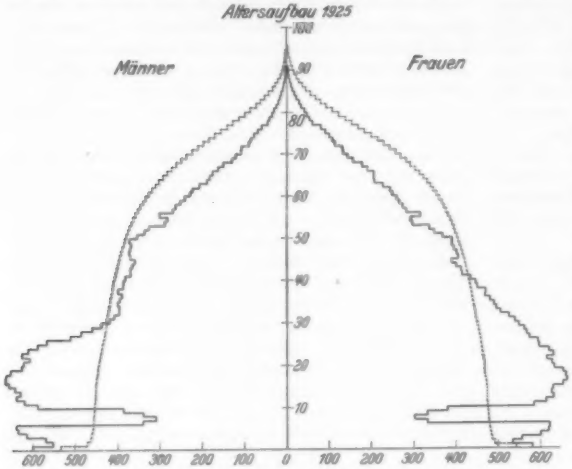

Fig. 1. Altersaufbau der deutschen Bevölkerung im Jahre 1925, im Vergleich zum normalen Altersaufbau.

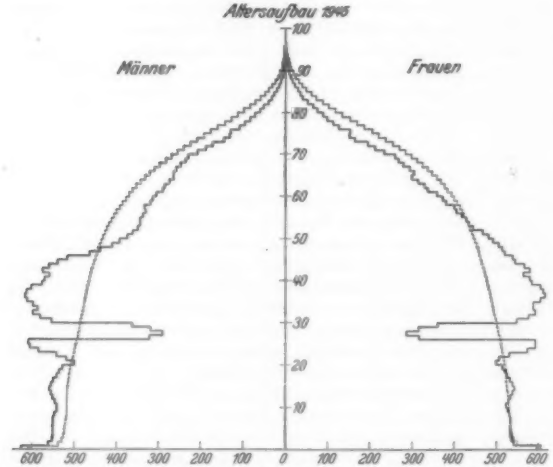

Fig. 2. Altersaufbau der deutschen Bevölkerung im Jahre 1945, im Vergleich zum normalen Altersaufbau.

In einer mathematischen Untersuchung, die kürzlich in unserem Institut[1] ausgeführt wurde, wird der strenge Nachweis für die folgenden plausiblen Sätze erbracht: Nimmt man an, daß die jährliche Geburtenzahl eines Landes in einem festen Verhältnis zu irgendeiner von dem Bevölkerungszustand des betreffenden oder eines früheren Jahres abhängigen Zahl steht, z. B. zur Gesamtzahl der im letztvergangenen Jahre lebenden Frauen zwischen dem 15. und 45. Lebensjahr, *so strebt die Altersschichtung im Laufe der Zeit dem durch die Absterbeordnung definierten stabilen Zustand zu.* Damit sind zunächst die relativen Verhältnisse der auf die einzelnen Jahrgänge entfallenden Bevölkerungszahlen bestimmt. Die absolute Größe der Bevölkerung kann bei Betrachtung einer sehr langen Zeitstrecke sich *einem konstanten Wert nähern oder auch unbeschränkt* (wie eine geometrische Reihe) *zu- bzw. abnehmen.* Welcher der 3 Fälle vorliegt, läßt sich entscheiden aus der Höhe der *„Geburtenziffer"*, eben der vorher genannten Verhältniszahl, die z. B. den Quotienten aus der Zahl der Geburten durch die Gesamtzahl der 15—45jähr. Frauen darstellt. Einem bestimmten, aus der Absterbeordnung zu errechnenden Normalwert der Geburtenziffer entspricht die Aussicht auf gleichbleibende Bevölkerungszahl; ist die tatsächliche Geburtenziffer höher bzw. niedriger als dieser Normalwert, so haben wir den Fall einer auf die Dauer wachsenden bzw. abnehmenden Bevölkerung vor uns.

Diese Ergebnisse gelten mathematisch exakt bei Betrachtung *unendlich langer Zeiträume.* Wie ein Hyperbelast sich „asymptotisch" einer bestimmten Geraden nähert, so streben die Bevölkerungszahlen der einzelnen Altersklassen „asymptotisch" konstanten Verhältnissen zu, und so geht die Folge

[1] F. BONZ und F. HILBURG, Die voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung in Deutschland. Z. angew. Math. u. Mech. **11**, H. 3 (1931).

der Zahlen der Gesamtbevölkerung im allgemeinen „asymptotisch" in eine (steigende oder fallende) geometrische — im Zwischenfall in eine konstant bleibende — Reihe über. Es sind *Aussagen über Grenzwerte*, sog. Limes-Aussagen, zu denen die mathematische Theorie hier führt. Wie aber die Bevölkerung eines Landes *in den unmittelbar nächsten Jahren* zahlenmäßig beschaffen sein wird, läßt sich nach diesen Sätzen *nicht* beurteilen.

Es ist andererseits klar, daß, wenn man die Zahl der heute lebenden 16jährigen und die Sterblichkeit der 16jährigen kennt, die Zahl der im nächsten Jahr lebenden 17jährigen ohne weiteres berechnet werden kann. Kennt man für 1925 die Bevölkerungszahlen *aller* Altersklassen und nimmt man an, daß die Sterblichkeitsverhältnisse 10 Jahre lang unverändert bleiben, so lassen sich in derselben Weise die Anzahlen der im Jahre 1935 Lebenden, die älter als 10 Jahre sind, bestimmen. So erhält man von der Alterspyramide eines späteren Zeitpunktes ihren oberen Teil. Unsere Fig. 2, die die Altersschichtung in Deutschland für das Jahr 1945 zur Darstellung bringt, ist in dem Teil, der den Altersklassen oberhalb 20 Jahren entspricht, nur von der für 1925 festgestellten Altersschichtung und der Sterblichkeit in den Jahren 1925—1945 abhängig. Die Auffüllung der unteren Altersklassen 0—20 wird durch die Geburtenzahlen der Jahre 1926—1945 bestimmt. Dem Entwurf unserer Skizze wurden die Annahmen zugrunde gelegt: 1., daß das Geschlechtsverhältnis der Geburten, die sog. Knabenquote, konstant 1,062 beträgt: 2., daß der Quotient aus der Zahl der in einem Jahre geborenen Mädchen durch die Gesamtzahl der 15—45jährigen, 1 Jahr vorher lebenden Frauen konstant den Wert 0,036 behält, den er nach den Zählungen der Jahre 1924 bis 1925 aufwies; endlich, daß die Absterbeordnung unverändert bleibt[1].

Unter diesen Voraussetzungen würde dann die Alterspyramide des Jahres 1945 so aussehen, wie es die stark ausgezogenen Linien der Fig. 2 zeigen. Zum Vergleich ist auch hier in dünnerer Linie die natürliche Alterspyramide der Absterbeordnung wie in Fig. 1 eingezeichnet. Man findet in Fig. 2 erstens den um 20 Jahre hinaufgerückten tiefen Einschnitt, der vom Geburtenausfall des Krieges herrührt und der jetzt bei den 27—30jährigen liegt; zweitens auf der Seite der Männer die Einbuchtung in den Altersklassen 47—70, herrührend von den Frontverlusten, jetzt durch Überlagerung der natürlichen Sterblichkeit etwas abgeflacht und ausgeglichen; drittens die fortdauernde Schwächung der Basis infolge der geringen Geburtenzahl nach dem Krieg. Diese letztere Erscheinung ist es, wie man leicht erkennt, die ausschlaggebend für die weitere Entwicklung der Bevölkerungszahl in Deutschland wird. Man sieht übrigens an unserem Bilde, daß von einer dauernd fortschreitenden *Verengung* der Basis nicht gesprochen werden kann, sondern nur von einer zu geringen Verbreiterung. Es steht gewissermaßen so, daß die Basis der Pyramide nicht ausreichend erscheint, um den gesamten Aufbau zu tragen, namentlich die Breitenentwicklung der Jahrgänge um 40 herum (d. s. die aus den Jahren um 1905 stammenden Altersklassen). Von einer Annäherung der Altersschichtung an die Normalverteilung der Absterbeordnung ist in dem Bild für 1945, wenn man es mit dem für 1925 vergleicht, noch wenig zu bemerken.

Die schrittweise Berechnung von Jahr zu Jahr auf Grund der angenommenen Konstanz von Knabenquote, Geburtenziffer und Sterblichkeit liefert aber nicht nur die Gestalt der Alterspyramide, also die Relativzahlen der einzelnen Altersklassen, sondern auch die tatsächlichen Bevölkerungsgrößen. Das Ergebnis der Rechnung für die *Gesamt*bevölkerung zeigt unsere Fig. 3: ein allmähliches Ansteigen der Bevölkerungszahl von rund 63 Millionen im Jahre 1925 auf 70 Millionen im Jahre 1945. Da wir an der Gestaltung der Alterspyramide für 1945 gesehen haben, daß hier noch keine starke Annäherung an den asymptotisch zu erwartenden Endzustand vorhanden ist, wird man auch nicht vermuten dürfen, daß sich in dem Anstieg von 63 auf 70 Millionen etwa schon der Übergang zu einer steigenden geometrischen Reihe äußert.

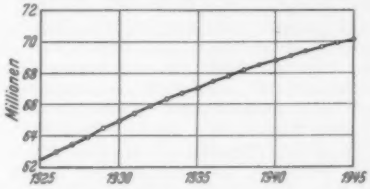

Fig. 3. Voraussichtliches Anwachsen der Bevölkerung von 1925 bis 1945.

In der Tat zeigt die Durchführung des oben angedeuteten theoretischen Gedankenganges und der zugehörigen Rechnung, daß die als konstant angenommene Geburtenziffer aus den Jahren 1924—1925 von 0,036 *zu gering* ist, um im Endzustand ein Anwachsen oder auch nur eine dauernde Erhaltung der Bevölkerungszahl zu ermöglichen. Der aus der Absterbeordnung errechnete Sollwert der Geburtenziffer wäre 0,0395. Würde man also mit der konstanten Zahl 0,036 den Bevölkerungszustand für immer ferner liegende Jahrzehnte berechnen, in der Weise, wie es für das Jahr 1945 durchgeführt wurde, so müßte man — dies folgt aus den oben angeführten mathematisch bewiesenen Sätzen — schließlich zu Zeiträumen kommen, in denen zwar mehr oder weniger angenähert schon die normale Altersschichtung besteht (die unmittelbaren Kriegsfolgen durch allmähliches Hinaufrücken verschwunden sind),

[1] Die Zahlen von 1924/25 wurden zugrunde gelegt, weil sie zu der Zeit, als die Rechnung durchgeführt wurde, die letzten zuverlässig gegebenen waren.

dabei aber die Gesamtbevölkerung mehr und mehr zusammenschmilzt. In diesem Sinn könnte man also von einem für die ferne Zukunft in Aussicht stehenden „Bevölkerungsschwund" sprechen.

Diese zuletzt ausgesprochenen Schlußfolgerungen sind auch schon vielfach von anderer Seite, allerdings auf weniger einwandfreier Grundlage, gezogen worden. Namentlich hat vor etwa zwei Jahren der Oberregierungsrat im Statistischen Reichsamt Dr. FRIEDRICH BURGDÖRFER, in einem Buche über den „Geburtenrückgang und seine Bekämpfung"[1] die künftige Bevölkerungsentwicklung Deutschlands in den schwärzesten Farben gemalt. Er berechnet und stellt einander gegenüber zwei Größen, die er „bereinigte Sterblichkeitsziffer" und „bereinigte Geburtenziffer" nennt. Dies kommt im wesentlichen, wenn auch nicht genau, auf den von uns durchgeführten Vergleich zwischen der tatsächlichen Geburtenziffer und ihrem aus der Absterbeordnung errechneten Normalwert hinaus. Der Unterschied zwischen unseren, auf exakten mathematischen Theorien beruhenden Überlegungen und denen von BURGDÖRFER liegt nur darin, daß wir unsere Resultate ausdrücklich als *„asymptotische* Aussagen" gewinnen und aussprechen. „Asymptotisch" soll, wie gesagt, heißen, daß die errechneten Endverhältnisse in voller Strenge erst *nach unendlich vielen* Jahren, praktisch genommen nach einem sehr langen Zeitraum, in die Erscheinung treten. Über das, was in den nächsten 20 oder 30 Jahren eintritt, sagt der Vergleich zwischen der wirklichen Geburtenziffer und ihrem Normalwert, bzw. die Gegenüberstellung der beiden BURGDÖRFERschen „bereinigten" Zahlen nicht das geringste aus. Andererseits ist es aber selbstverständlich, was immer man für Annahmen über Sterblichkeit und Geburtenzahlen gemäß den heute vorliegenden statistischen Daten macht, daß solche Annahmen unmöglich auf mehr als 2 oder 3 Jahrzehnte hinaus vernünftigen Sinn behalten können. Man braucht ja nur einmal anzusehen, wie ganz anders die Absterbeordnung etwa im Jahre 1900 gegenüber der von 1925 beschaffen war. Damals erreichten von 100000 Geborenen durchschnittlich nur etwa 68000 das Alter von 25 Jahren, nach der Absterbeordnung von 1925 sind es rund 81000. Wir haben also wenig Berechtigung, die aus der Statistik der Jahre 1924—1926 sich ergebenden Sterblichkeitszahlen auf mehr als 20 Jahre hinaus als gültig zu betrachten. Alles spricht dafür, daß selbst schon innerhalb dieses Zeitraums eine wesentliche Verbesserung der Sterblichkeit eintreten wird, die, wenn unsere Annahme über die Geburtenziffer richtig bleibt, eine noch günstigere Prognose als die in Fig. 3 zum Ausdruck gebrachte gestatten würde; oder, falls die Geburtenziffer eine Verschlechterung erfährt, dafür eine Kompensation gewähren würde.

Der einzig mögliche Weg, sich über die zukünftige Bevölkerungsentwicklung eine *praktisch brauchbare* Voraussage zu verschaffen, besteht darin, daß man sich erstens einmal auf einen nicht zu langen Zeitraum, wir wollen sagen, auf nicht mehr als 20 Jahre, beschränkt[1]. Der zweite Grundsatz muß der sein, daß man von dem Konstantbleiben irgendwelcher Faktoren innerhalb dieses beschränkten Zeitraumes ausgeht. Wir haben in unserer Rechnung für 1945 neben der Knabenquote die Absterbeordnung und die vorhin definierte Geburtenziffer als solche konstanten Faktoren angesehen; wobei auch angenommen werden kann, daß die beiden letzteren vielleicht noch geringe Änderungen in entgegengesetztem Sinne, also einander kompensierend, erfahren werden. Auf dieser Grundlage ließ sich die Altersschichtung des Jahres 1945 und auch die Größe der Gesamtbevölkerung für dieses Jahr wie für die ganze Zwischenzeit berechnen. Das Ergebnis der Rechnung (Fig. 3) zeigte im Gegensatz zu den pessimistischen Auffassungen BURGDÖRFERS ein langsames Ansteigen der Bevölkerung von rund 63 Millionen im Jahre 1925 auf 70 Millionen im Jahre 1945. Legt man übrigens nicht die Geburtenziffer 0,036 von 1924—1925, sondern die etwas geringere 0,0338 von 1925—1926 zugrunde, so erhält man eine nur wenig veränderte Kurve mit einem Anstieg auf 68,88 Millionen im Jahre 1945.

Es mag sein, daß auch die letztere Annahme noch zu günstig ist mit Rücksicht darauf, daß die Fortdauer der wirtschaftlichen Mißstände eine vorläufig wachsende Tendenz zur Verringerung der Geburtenziffer mit sich bringt. Aber daß man aus irgendwelchen *heute vorliegenden* statistischen Zahlen einen wirklich begründeten Schluß auf eine bevorstehende Bevölkerungs*verminderung* in Deutschland ziehen kann, muß bestritten werden. Aussagen über das asymptotische Verhalten — und nur zu solchen führt die BURGDÖRFERsche Schlußweise — haben keinerlei Bedeutung gegenüber *unmittelbarer Berechnung* für die nächsten Jahre. Auch alle anderen in der letzten Zeit erschienenen Veröffentlichungen, die zu ähnlichen Ergebnissen wie BURGDÖRFER gelangen, werden von denselben Einwänden getroffen. Man kann das wesentliche Resultat unserer Untersuchung dahin zusammenfassen, daß die heute vorliegenden Verhältnisse ein *geringes Anwachsen der deutschen Bevölkerung in den nächsten 15 Jahren* voraussehen lassen, während allen darüber hinausgehenden Schlußfolgerungen, mögen sie theoretisch noch so interessant sein, kaum irgendwelche praktische Bedeutung und *sicherlich keinerlei Zuverlässigkeit* zukommt.

[1] Veröff. Med.verw. **28**, H. 2, Berlin 1929.

[1] Die Einwendungen, die HR. BURGDÖRFER neuerdings gegen diesen Standpunkt vorbringt (Dtsch. statist. Zbl. **1931**, Sp. 172), können nichts an der Tatsache ändern, daß seine Berechnungen *lediglich* Aussagen über den *nach unendlich langer Zeit* zu erwartenden Bevölkerungsverlauf gestatten und auf der Annahme beruhen, daß Sterblichkeiten usw. sich *niemals* ändern.

Flüsse und Erdrotation. Der „Senkungseffekt"[1].

Von OTTO BASCHIN, Berlin.

In physikalischen, geographischen und technischen Darstellungen der Dynamik des fließenden Wassers werden die Vorgänge fast stets so betrachtet, als ob sie sich auf der ruhenden Erdoberfläche abspielten. Erst nachdem K. E. VON BAER auf das später nach ihm benannte Gesetz über die Gestaltung der Flußläufe hingewiesen hatte[2], wird von geographischer Seite auch die ablenkende Kraft der Erdrotation berücksichtigt. Aber ebenso wie das BAERsche Gesetz erfährt auch die Ablenkung der Horizontalbewegungen durch die Erdrotation noch immer eine sehr verschiedene Beurteilung, und sie ist vielfach, in besonders ausführlicher Weise vor etwa einem Jahrzehnt, Gegenstand einer lebhaften Auseinandersetzung zwischen verschiedenen Fachgelehrten gewesen[3]. Es zeigte sich dabei, daß, wie W. SCHMIDT hervorhob, für ein Verständnis der Ablenkung „richtige elementare Ableitungen fast schwieriger zu erfassen sind als die allgemeinen, mit den Hilfsmitteln der höheren Mathematik von den Bewegungsgleichungen eines Massenpunktes ausgehenden"[4]. Bei allen diesen Betrachtungen wurde das Hauptgewicht auf die horizontale Komponente der Bewegung des fließenden Wassers gelegt, während die vertikale Komponente nur insoweit berücksichtigt wurde, als sie für die Strömungsgeschwindigkeit der Flüsse von Bedeutung ist.

Nun läßt sich aber aus der Tatsache, daß in der Natur frei fließendes Wasser stets einem Niveau geringeren Schwerepotentials zustrebt, folgern, daß derartiges Wasser, wenn der Lauf keine äquatorwärts gerichtete Komponente aufweist, sich ständig der Rotationsachse des Erdkörpers nähert und somit aus einem Gebiet schnellerer Umdrehung in ein solches geringerer Rotationsgeschwindigkeit gelangt. Es müssen daher auch alle jene Folgen eintreten, die mit der Senkung von Massen auf der Erde verbunden sind. Meines Wissens ist bisher nicht berücksichtigt worden, daß sowohl Teile der festen Erdkruste wie Wassermassen beim Herabsinken in ein tieferes Niveau mit geringerer West-Ost-Bewegung eine Hemmung ihrer Eigenbewegung erleiden, die sich in einem ostwärts gerichteten Druck auf ihre neue Umgebung kundgibt. Man kann daher ganz allgemein sagen: Mit jeder Senkung ist eine Beschleunigung in der Richtung nach Osten verbunden, deren Größe der Geschwindigkeit des Absinkens proportional ist.

Während nun bei der festen Erdkruste Senkungserscheinungen im allgemeinen nur selten, in geringem Ausmaß und sehr langsam vor sich gehen, stürzt das Wasser von Gebirgsflüssen ohne Unterbrechung im Laufe eines Tages oft Hunderte von Metern tief abwärts, häufig in Reihen frei fallender Kaskaden. Strömt ein solcher Fluß nach Osten, so wird sein Wasser eine Zusatzbeschleunigung erfahren, während bei westwärts gerichtetem Lauf eine Verzögerung eintritt.

Wenn auch die wirksamen Energien nur in Ausnahmefällen, z. B. bei senkrecht herabstürzenden großen Wasserfällen nennenswerte Beträge erreichen dürften, so ist doch andererseits die lange Dauer der Wirkung in Betracht zu ziehen, welche meines Erachtens nicht ohne Einfluß auf die Erosionstätigkeit eines Flusses bleiben kann. Namentlich bei den polwärts gerichteten Läufen schnell fließender Ströme müßte demnach die Erosion am Ostufer besonders kräftig wirken und ceteris paribus bestrebt sein, ein asymmetrisches Talprofil zu schaffen. Da die im BAERschen Gesetz zum Ausdruck kommende CORIOLISsche Kraft auf der Nordhalbkugel nach rechts, auf der Südhalbkugel nach links wirkt und sich zu der stets nach Osten gerichteten Kraft der Abwärtsbewegung addiert, so dürfen wir erwarten, daß auf der Nordhalbkugel die Erosion der Ostseite bei Flußrichtung nach Norden eine stärkere Asymmetrie der Täler hervorruft, als bei Flußrichtung nach Süden. Auf der Südhalbkugel wäre analogerweise der Unterschied beider Seitenerosionen am größten bei südwärts strömenden Flüssen. Die Wirkungen dürften sich besonders deutlich bei denjenigen Strecken der Flußläufe zeigen, an welchen das Gefälle des Wassers besonders stark ist.

Zu beachten ist natürlich, daß der „Senkungseffekt", wie ich ihn nennen möchte, seinen größten Wert am Äquator besitzt, während die horizontale Komponente der CORIOLISschen Kraft mit dem Sinus der geographischen Breite polwärts zunimmt. Es würden also für jeden Einzelfall unter Berücksichtigung der Wassermenge, der Senkungsgeschwindigkeit, der geographischen Breite, der Widerstandsfähigkeit des Gesteins, der stratigraphischen Lagerung, der topographischen Verhältnisse usw. der Endeffekt berechnet werden müssen.

Ob die Technik aus der Bevorzugung der Ostrichtung bei strömendem Wasser Vorteil ziehen kann, vermag ich nicht zu beurteilen. Es scheint mir möglich, daß in besonders günstigen Fällen, z. B. bei Wasserkraftanlagen, in denen große Wassermassen durch ein senkrechtes Rohr hinabstürzen, der Druck nach Osten einer direkten Messung zugänglich ist.

Jedenfalls aber dürfte der Senkungseffekt als heuristisches Prinzip von Bedeutung sein. Es wäre überaus wünschenswert, daß Geographen, Geologen und Wasserbautechniker zu ermitteln suchten, ob der zweifellos vorhandene Senkungseffekt sichtbare Spuren

---

[1] Teil eines auf dem Ferdinand von Richthofen-Tage am 25. Oktober 1931 gehaltenen Vortrages.

[2] K. E. v. BAER, Über ein allgemeines Gesetz in der Gestaltung der Flußbetten. Bull. Acad. des Sciences, St. Pétersbourg **1860** II.

[3] JOH. SCHUBERT, Die relative Bewegung an der Erdoberfläche. Meteorol. Z., Braunschweig **36**, 8—11 (1919). — WILHELM SCHMIDT, Über Ableitungen der ablenkenden Kraft der Erddrehung. Meteorol. Z., Braunschweig **37**, 100—101 (1920); **38**, 88—89, 214 (1921). — JOH. SCHUBERT, Die relative Bewegung auf einer rotierenden Scheibe und an der Erdoberfläche. Meteorol. Z., Braunschweig **37**, 259—260 (1920). — M. RADAKOVIC, Über Ableitungen der ablenkenden Kraft der Erddrehung. Meteorol. Z., Braunschweig **37**, 296—297 (1920). — ADOLF SCHMIDT, Zur Frage der ablenkenden Wirkung der Erddrehung. Meteorol. Z., Braunschweig **38**, 212—214 (1921). — WILHELM SCHMIDT, Eine elementare Ableitung der ablenkenden Kraft der Erddrehung. Petermanns Mitt., Gotha **67**, 209—212 (1921). — W. WERENKIOLD, Die ablenkende Kraft der Erdrotation. Petermanns Mitt., Gotha **68**, 82—83 (1922). — WILHELM SCHMIDT, Erwiderung. Petermanns Mitt., Gotha **68**, 83 (1922). — ADOLF SCHMIDT, Die ablenkende Kraft der Erddrehung. Petermanns Mitt., Gotha **68**, 144—146 (1922). — WILHELM SCHMIDT, Erwiderung. Petermanns Mitt., Gotha **68**, 146 (1922). — JULIUS BARTELS u. LUDWIG HENKEL, Nochmals das Baersche Gesetz. Petermanns Mitt., Gotha **68**, 146—147 (1922).

[4] Petermanns Mitt., Gotha **67**, 209 (1921).

auf der Erdoberfläche hinterlassen hat. Für das Überwiegen der Ostrichtung über die Westrichtung bei den wasserreichsten Riesenströmen der Erde scheint er nicht in Frage zu kommen. Allerdings müßte man, streng genommen, auf die ersten Anlagen und die gesamten Entstehungsgeschichten der heutigen Flußsysteme zurückgreifen können, um in dieser Frage ein Urteil abzugeben.

Es wäre ferner eine dankbare Aufgabe, schätzungsweise für einzelne Flußsysteme bzw. für die ganze Erdoberfläche zu berechnen, wie groß die durch den Senkungseffekt gegenwärtig erzeugte Energiemenge ist.

Daß alle in der Luft frei fallende Körper dem Senkungseffekt unterliegen, ist ja durch die Versuche bekannt, welche man angestellt hat, um aus ihnen Beweise für die Erdrotation abzuleiten. Es sei daher anhangsweise noch darauf hingewiesen, daß dies natürlich auch für Regentropfen und Hagelkörner gilt, die ceteris paribus mit einer Ostkomponente auf den Boden aufschlagen müssen und daher vielleicht ebenfalls an der Schaffung asymmetrischer Talsysteme beteiligt sind. Selbstverständlich aber ist dieser Einfluß viel geringer als derjenige der bei Niederschlägen vorherrschenden Windrichtung.

Kurze Originalmitteilungen.

Unter Mitwirkung von Max Hartmann, Max v. Laue, Arthur Rosenheim und Max Volmer.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken.

Ein experimenteller Beitrag zur Prüfung der Weisskopf-Wignerschen Theorie der natürlichen Linienbreite.

Die Diracsche Lichttheorie läßt nach Weisskopf und Wigner[1] erwarten, daß die von einem gemeinsamen oberen Niveau ausgehenden Linien verschiedene natürliche Breite haben, wenn die Lebensdauer des Atoms in den Endzuständen verschieden ist. Zur experimentellen Prüfung wurde die Breite einer großen Reihe von Neonlinien der p_i-s_i-Übergänge in der positiven Säule einer Entladungsröhre nach verschiedenen Methoden gemessen. In Übereinstimmung mit Einzelergebnissen früherer Beobachter fand ich, daß die Breite vieler Linien praktisch allein durch den Dopplereffekt und nicht durch Dispersionsverteilung gegeben ist; ich beobachtete jedoch im Gegensatz dazu, daß die Breite und Form der p_i-s_3-Linien unter den gleichen Versuchsbedingungen Dispersionsverteilung mit Sicherheit erkennen läßt. Dieser Befund deutet im Sinne der Weisskopf-Wignerschen Theorie auf eine im Vergleich zu den übrigen s-Zuständen sehr geringe Lebensdauer des s_3-Zustandes hin. Gerade das ist aber auf Grund des Termschemas vom Neon zu erwarten; infolge des Resonanzübergangs s_3-p_0 kann die Lebensdauer des s_3-Zustandes nur gering sein. Die beiden Zustände s_2 und s_5 dagegen sind metastabil, und der s_4-Zustand ist in seiner Lebensdauer nur durch einen Interkombinationsübergang s_4-p_0 begrenzt. Die Auswertung der Beobachtungen liefert als vorläufiges Ergebnis für die Resonanzlinie $s_2 - p_0 = 736$ Å eine Übergangswahrscheinlichkeit in der Größe 2×10^9 sec^{-1} oder eine Oszillatorenstärke $f_{s_2,\, p_0} \approx 0{,}5$. Für das Verhältnis der Oszillatorenstärken der beiden Resonanzlinien $\frac{f_{s_4,\, p_0}}{f_{s_2,\, p_0}}$ ergibt sich ein oberer Grenzwert 0,1. Nach vollständiger Durcharbeitung des umfangreichen Beobachtungsmaterials und der Durchführung einiger ergänzenden Messungen zur Verbesserung der Fehlergrenzen des zahlenmäßigen Ergebnisses, wird die ausführliche Arbeit alsbald in der Z. Physik erscheinen.

München, Physikalisches Institut der Universität, den 11. Dezember 1931. Wilhelm Schütz.

[1] V. Weisskopf und E. Wigner, Z. f. Phys. **63**, 54 (1930).

Über die Bedeutung des Glutathions für den Stoffwechsel.

Bei der Aufzählung der durch Glutathion aktivierbaren, für den Stoffwechsel bedeutungsvollen enzymatischen Prozesse darf die von uns kürzlich beschriebene Aktivierung der fermentativen Stärkespaltung[1] nicht vergessen werden[2]. Soweit hierüber bisher etwas bekannt ist, scheinen in anderen Fällen — bei proteolytischen Fermenten wie auch bei der Arginase — nur die Sulfhydrylverbindungen, z. B. das SH-Glutathion, wirksam zu sein, während im Gegensatz dazu, wie bereits angedeutet, die Amylolyse durch *oxydiertes* Glutathion beschleunigt wird. Um dieses Ergebnis sicherzustellen, haben wir SS-Glutathion aus kristallisiertem SH-Glutathion durch Oxydation mit Wasserstoffsuperoxyd nach den neuen Angaben von A. Schöberl[3] dargestellt und nachgewiesen, daß dieses in einheitlicher Form ($[\alpha]_D = -100°$) als ausgesprochener Aktivator der Amylolyse dienen kann. Wenn man den Gedanken verfolgt, die Fermentaktivierung mit den Oxydo-Reduktionsvorgängen des Stoffwechsels in Beziehung zu setzen, dann erscheint es besonders bedeutungsvoll, daß einige Fermente durch Sulfhydrylverbindungen und andere durch die entsprechenden Disulfidverbindungen aktiviert werden.

Wenigstens bei der Amylase muß eine spezifische Beziehung zu der im Cystin vorhandenen SS-Gruppe bestehen, da wir Dithioglykolsäure[4] vom Schmelzpunkt 105° auf das stärkeverzuckernde Ferment völlig unwirksam fanden.

Die Einzelheiten unserer Versuchsergebnisse werden demnächst in der Biochem. Z. mitgeteilt werden.

Berlin, Chemisches Institut der Universität, den 11. Dezember 1931.

H. Pringsheim, H. Borchardt, H. Hupfer.

[1] H. Pringsheim, H. Borchardt, H. Hupfer, Biochem. Z. **238**, 476 (1931).

[2] E. Waldschmidt-Leitz, A. Schäffner, W. Kocholaty, Naturw. **19**, 964 (1931).

[3] Hoppe-Seylers Z. **201**, 167 (1931).

[4] E. Baumann, A. **339**, 357 (1905). — P. Friedländer, A. Chwala, Mh. Chem. **28**, 250 (1907).

Absorptionsmessungen der durchdringenden Korpuskularstrahlung in einem Meter Blei.

Die Absorbierbarkeit der durchdringenden Korpuskularstrahlung wurde zuerst von BOTHE und KOLHÖRSTER in 4,1 cm Gold[1] und später von dem Verfasser in 9,7 cm Blei[2] gemessen. Es war in verschiedener Hinsicht interessant, ähnliche Absorptionsmessungen in dickeren Schichten durchzuführen. Zu diesem Zwecke wurde, wie in den früheren Versuchen, die Koinzidenzmethode angewandt; nur wurden dreifache statt zweifache Koinzidenzen benutzt, um die Zahl der zufälligen Koinzidenzen möglichst herabzudrücken. Dies war im vorliegenden Falle unentbehrlich, da die Zahl der systematischen Koinzidenzen selbst, wegen des großen gegenseitigen Abstands der Zählrohre, die zum Einbringen genügend dicker Absorberschichten nötig war, äußerst klein ausfiel.

Die 3 GEIGER-MÜLLERschen Zählrohre (5 cm Durchmesser, 15 cm lang) wurden übereinander in einem Abstand von 57,9 cm (vom ersten zum zweiten) bzw. 58,8 cm (vom zweiten zum dritten) angeordnet. Die Strahlung, bevor sie auf das obere Zählrohr traf, hatte 6 cm Ziegel plus 7 cm Blei zu durchdringen. Zwischen den Zählrohren befand sich dauernd eine Schicht von 25 cm Bleiäquivalent (genau: 20,8 cm Blei plus 5,5 cm Eisen). Die eigentliche Absorberschicht bestand aus 16 Bleiklötzen (wovon 8 zwischen die beiden oberen, 8 zwischen die beiden unteren Zählrohre gebracht werden konnten) mit einer gesamten Dicke von 76 cm. Die dreifachen Koinzidenzen wurden mit der vom Verfasser angegebenen Methode[3] ausgesondert und mechanisch registriert. Sie wurden abwechselnd ohne und mit dem Absorber gezählt (d. h. mit 25 cm bzw. 101 cm Blei *zwischen* den Zählrohren). Das Gesamtergebnis von 40 Einzelmessungen ist das folgende: ohne Absorber: in 296 Stunden, 45 Minuten 578 Koinzidenzen, wovon 15 zufällige, durchschnittlich also $1{,}897 \pm 0{,}081$ pro Stunde; mit dem Absorber: in 347 Stunden, 10 Minuten 419 Koinzidenzen, wovon 14 zufällige, durchschnittlich also $1{,}166 \pm 0{,}059$ pro Stunde. Die Absorbierbarkeit der Korpuskularstrahlung zwischen 25 und 101 cm Blei beträgt somit: $(38{,}5 \pm 5{,}1\,\%)$, was formal einem Absorptionskoeffizient $0{,}0064 \pm 0{,}0011$ pro Zentimeter Blei entspricht.

Aus diesem Ergebnis sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Ein bedeutender Bruchteil der im Meeresniveau vorhandenen Korpuskularstrahlen hat eine Reichweite, die größer ist als 1 m Blei, d. h. größer als etwa die Dicke der ganzen Atmosphäre.

2. Wird daher diese Korpuskularstrahlung in der Erdatmosphäre von einer Ultra-γ-Strahlung erzeugt, so kann im Meeresniveau noch kein Gleichgewicht zwischen Primär- und Sekundärstrahlung bestehen. Der (mittlere) Absorptionskoeffizient μ der Primärstrahlung dürfte somit wesentlich größer sein als der direkt gemessene Absorptionskoeffizient μ_γ der Ultrastrahlung[1] ($\mu_\gamma = 1{,}1 \cdot 10^{-3}$ $\mathrm{cm}^{-1}_{H_2O}$ nach Millikan und Cameron, in einem Abstand von 1100 cm_{H_2O} von der Grenze der Atmosphäre, wie bei den vorliegenden Versuchen).

3. Wenn man berücksichtigt, daß die auf der Apparatur ankommenden Korpuskularstrahlen schon mehr oder weniger ihre Energie in der Atmosphäre eingebüßt haben, so kann man behaupten, daß ihre mittlere *Anfangs*reichweite größer als 1000 cm_{H_2O} sein muß. Die Korpuskularstrahlung, wenn sie überhaupt eine Sekundärstrahlung ist, hat somit ein Durchdringungsvermögen größer als dasjenige der sie erzeugenden γ-Strahlung $\left(\text{letzteres als } \frac{1}{\mu} \text{ definiert}\right)$.

4. Die vorliegenden Messungen würden nicht der Annahme widersprechen, daß die beobachtete Korpuskularstrahlung als die primäre Ultrastrahlung selbst anzusehen ist; insbesondere zeigt sich auch in der Absorptionskurve der Korpuskularstrahlung (wie in der Absorptionskurve der Ultrastrahlung) die charakteristische Abnahme des Absorptionskoeffizienten mit zunehmender Absorberdicke (von $0{,}018\ \mathrm{cm}^{-1}_{Pb}$ zwischen 0 und 10 cm Blei bis 0,0064 zwischen 25 und 101 cm).

Diese Resultate bestätigen und vervollständigen die Schlüsse, zu denen der Verfasser gekommen war bei der Diskussion voriger Versuche[2].

Firenze, Arcetri, Laboratorio di Fisica della R. Università, den 16. Dezember 1931. BRUNO ROSSI.

[1] Z. Physik **56**, 751 (1929).
[2] Naturwiss. **18**, 1096 (1930) und Z. Physik 68, 64 (1931).
[3] Nature (Lond.) **125**, 636 (1930).

[1] Vgl. Z. Physik **68**, 64 (1931).
[2] Z. Physik **68**, 64 (1931).

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Der heutige Stand des Schiffsantriebes. Die Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft in Berlin, die vor kurzem abgehalten wurde, bot unter anderem auch Gelegenheit, von großen Fortschritten zu hören, die in den letzten Jahren in der Entwicklung der Maschinenanlagen für große Schiffe erzielt wurden. Diese Fortschritte sind um so erstaunlicher, als sie in einer Zeit höchster wirtschaftlicher Bedrängnis der gesamten Schiffbauindustrie erzielt wurden, also in einer Zeit, in der es besonders schwierig gewesen ist, die hohen Kosten von Versuchsbauten zu beschaffen.

Interessant ist dabei, daß sich der Fortschritt fast in gleichem Maß auf die Dampfschiffe und auf die Schiffe mit Dieselmotoren erstreckt. Der Wettbewerb zwischen diesen beiden Betriebsarten, der mit dem Aufkommen der großen Dieselmotoren angefangen hatte, geht immer noch weiter, und wenn man den heute erreichten Stand von Dampf- und Dieselanlagen vergleicht, so kann man nicht sagen, daß eine Betriebsart der anderen bereits den Rang abgelaufen hätte. Grundsätzlich geht es dabei um zweierlei: Den Bedarf an Raum und Gewicht der Anlage für den Antrieb des Schiffes und den Verbrauch an Brennstoff. Insofern die größere und schwerere Antriebsanlage auch mehr Kraft und damit auch mehr Brennstoff verbraucht, wenn man ein Schiff von gegebenem Raumgehalt und von vorgeschriebener Geschwindigkeit in Betracht zieht, hängen diese beiden Merkmale des Wettbewerbs eng miteinander zusammen, so daß es manchmal schwer ist, zu entscheiden, auf welcher Seite der Vorteil liegt.

Bei dem Dampfantrieb waren die Vorbedingungen des Fortschrittes durch die Erfahrungen in neuzeitlichen Elektrizitätswerken mit Dampfkesseln für höhere Drücke und Temperaturen gegeben. Es ist begreiflich, daß der Schiffbau in dieser Richtung nur langsam tastend vorgehen konnte, da die Verantwortung für die Betriebssicherheit der Maschinenanlage im Schiffsbetrieb so außerordentlich viel höher ist. Besonders groß war die Zurückhaltung, die der Schiffbau aber gegenüber den neueren Vorschlägen für die Erzeugung von sehr hoch gespanntem Dampf nach den Verfahren von SCHMIDT, LÖFFLER oder BENSON üben mußte, die auch in Landanlagen noch nicht genügend erprobt waren.

Gerade von diesen neueren Verfahren kann man aber wesentliche Ersparnisse in Raum und Gewicht erwarten, die den Wettbewerb des Dampfantriebes mit dem Dieselmotorenantrieb auf Schiffen grundlegend beeinflussen können. Daher hat die Hamburg-Amerika-Linie auf dem bei Blohm & Voß, Hamburg, für sie im Bau befindlichen Dampfer „Uckermark" einen Versuch mit einer Hochdruckanlage nach BENSON durchführen lassen, die unter Mitwirkung der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin, entwickelt wurde. Das Benson-Verfahren besteht darin, daß die Umwandlung von Wasser in Dampf bei kritischem Druck von 229 Atm. und bei der kritischen Temperatur von 370° ohne Volumenvergrößerung erfolgt, so daß die unter anderen Verhältnissen notwendige Ausdehnungsarbeit gespart wird. Auf dem Dampfer „Uckermark" waren ursprünglich zwei Kessel für 15 Atm. Betriebsdruck vorgesehen. Von diesen wurde nur einer eingebaut, während an die Stelle des zweiten der Bensonkessel trat. In diesem Kessel, der stündlich 18—24 t Wasser verdampfen kann, wird soviel Dampf erzeugt, daß damit allein die 2000 PS geleistet werden, die für den Antrieb des Schiffes notwendig sind.

Der ganze Kessel ist nichts anderes als eine lange Rohrleitung. In diese drücken zwei Kolbenpumpen von BALCKE & Co. ständig das zu verdampfende Wasser mit 230 Atm. hinein. Das Wasser strömt dabei zunächst durch einen Vorwärmer, in dem es sich von 110 auf 180° erwärmt; dieser Vorwärmer liegt im abziehenden Rauchgasstrom von ungefähr 500° und wird von diesem beheizt, wobei sich die Rauchgase bis auf etwa 300° abkühlen. An diesen Vorwärmer schließt sich eine Rohrschlange, die unmittelbar in dem von je 4 großen Ölbrennern an der Vorder- und der Hinterseite beheizten Feuerraum liegt und die also insbesondere die große Strahlungswärme der Ölflammen aufnehmen kann. Die Gastemperaturen in diesem Raume betragen 1400—1500°, die Temperatur des Wassers erreicht hier etwa 360°. Das Wasser gelangt nun wieder in einen Rauchgasvorwärmer, also in einen von Rauchgasen mit etwa 700° beheizten Teil der Rohrleitung, und in diesem Teil wird die kritische Temperatur von 370° überschritten, also die Umwandlung des Wassers in Dampf bewirkt. Es hat sich herausgestellt, daß diese Einteilung des Umlaufs für die Betriebssicherheit einer Benson-Anlage außerordentlich wichtig ist. Da sich nämlich die Umwandlung des Wassers in Dampf unter kritischen Verhältnissen unter gleichzeitiger starker Wärmeaufnahme vollzieht, so wird die Gefahr einer Stauung der Wärme in den Wandungen der Rohre, die leicht zum Aufreißen der Rohre führen könnte, um so leichter vermieden, je niedriger die Temperatur der Rauchgase ist, die diese Rohre beheizen. Tatsächlich waren bald nach der ersten Ausreise einige derartige Rohrreißer aufgetreten, solange die kritische Temperatur in dem Teil der Rohrleitung erreicht wurde, der von den Gasen des Feuerraumes beheizt wurde. Nach Abänderung des Umlaufes sind dagegen die Störungen nicht mehr vorgekommen.

An den zweiten Vorwärmerteil der Rohrschlange, in dem das nunmehr dampfförmige Treibmittel die Temperatur von etwa 375° erreicht, schließt sich ein zweiter, wieder im Feuerraum gelegener, durch die Strahlungswärme des Feuerraumes beheizter Teil, der eigentlich schon als Überhitzer wirkt. Hier wird der Dampf bis auf 400° erwärmt. Der Dampf strömt sodann durch ein Drosselventil, das den Druck auf 80 Atm. herabsetzt, und wird darauf in einem besonderen Überhitzer, der im abziehenden Rauchgasstrom liegt, noch weiter auf 440° überhitzt und auf 60 Atm. entspannt.

Es liegt nahe, zu fragen, wie man bei dem beschriebenen langen Lauf des Wassers durch den Verdampfer plötzlichen Änderungen des Dampfbedarfes der Maschinen nachkommen kann, die z. B. beim Manövrieren des Schiffes unvermeidlich sind. Die Erfahrung hat jedoch ergeben, daß die Lösung nicht so schwierig war; allerdings kann, wenn die Entnahme von Dampf plötzlich stockt, eine gewisse Drucksteigerung in der Rohrleitung auftreten. Damit diese den Rohren nicht gefährlich werden kann, hat man an geeigneter Stelle ein Sicherheitsventil angebracht, das den augenblicklichen Dampfüberschuß unmittelbar in den Kondensator der Turbinen abbläst, so daß das Wasser nicht verlorengeht und auch das Abblasegeräusch nicht stört.

Der Dampfer „Uckermark" hat inzwischen mehrere Reisen nach Indien ohne wesentliche Störung ausgeführt, bei denen sich auch Gelegenheit geboten hat, Messungen über den Verbrauch an Brennöl anzustellen. Gegenüber dem Hapag-Dampfer „Kurmark", der genau so groß, aber mit Kesseln für 15 Atm. ausgerüstet ist, ergab hiernach die Hochdruck-Dampfanlage eine Ersparnis von 17% im Ölverbrauch für die Antriebsturbinen allein oder von 10%, wenn man die insgesamt verbrauchten Brennölmengen für die beiden Schiffe vergleicht. Wenn man aber berücksichtigt, daß die Anlage auf „Uckermark" noch nicht die Ersparnismöglichkeiten hinsichtlich des Gewichtes und des Raumbedarfes der Antriebsanlage ausnutzt, so erscheinen diese Zahlen noch nicht maßgebend. Tatsächlich haben Berechnungen ergeben, daß man bei einem Umbau der Antriebsanlage eines großen Schnelldampfers, wie z. B. der „Europa", auf Hochdruckdampfbetrieb nicht allein die an den Schrauben verfügbare Leistung von 120000 auf 180000 PS steigern, sondern außerdem an Brennstoffverbrauch für eine Pferdekraftstunde sowie an Raumbedarf und an Gewicht je etwa 30% sparen könnte. Nicht mit Unrecht behaupten daher die Anhänger des Hochdruck-Dampfbetriebes, daß der Bau eines Schnelldampfers, der die Reise über den Atlantik in vier statt fünf Tagen ausführen könnte, heute bereits gewisse Aussichten auf praktische Rentabilität bietet.

Der Antrieb mit Dieselmotoren. Die Entwicklung der Dieselmotoren für ähnliche Aufgaben hat in der neuesten Zeit einen neuen Anstoß erhalten durch Arbeiten, die in aller Stille bei der Marineabteilung der deutschen Reichswehr durchgeführt wurden. Während sich der Handelsschiffbau damit begnügt hatte, die verhältnismäßig langsam laufenden Dieselmotoren zu verwenden, erkannte die Marine sehr bald, daß ein Ersatz des Dampfantriebes durch Dieselmotorenantrieb auf Kriegsschiffen nur dann ausführbar sein würde, wenn es gelänge, die Anforderungen an Raum und Gewicht bei Dieselanlagen noch weit höher zu steigern als bei den bisherigen Anlagen.

Unter dem Einfluß der deutschen Marine machten daher die Schiffsdieselmotoren eine ähnliche Entwicklung durch, wie wir sie vor einigen Jahren schon bei den Automobilmotoren erlebt haben: Steigerung der Drehzahlen und Vermehrung der Zylinder. In der Tat sind es hauptsächlich diese beiden Merkmale, die den Fortschritt in der angegebenen Richtung ermöglicht haben.

An der Entwicklung dieser neuen Motoren war ausschließlich die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg beteiligt, deren doppeltwirkender Zweitaktmotor nach dem Übergang zum kompressorlosen Betrieb die besten Vorbedingungen für die weiteren Arbeiten bot. Immerhin waren noch langjährige Versuche notwendig gewesen, bis der heutige Stand erreicht werden konnte.

Die Spitzenleistung auf diesem Gebiete stellt die im Bau befindliche Antriebsanlage für den neuen deutschen Panzerkreuzer „Deutschland" dar, die mit Recht in der ganzen Welt das größte Aufsehen erregt hat. Dieses Schiff soll 8 Motoren von je 7100 PS Nutzleistung erhalten. Es sind doppeltwirkende Zweitaktmotoren von 420 mm Zylinderdurchmesser und 580 mm Hub, die mit 450 Umdrehungen in der Minute laufen. Je zwei solcher Motoren werden über hydraulische Kupplungen nach der Bauart Föttinger-Vulcan an ein Zahnrädervorgelege angeschlossen, das die Schraubendrehzahl auf 250 U/min herabsetzt. Alle 4 Motoren an einer Schraubenwelle lassen sich vom Hauptmaschinistenstand aus gemeinsam bedienen, so daß das Manövrieren nicht mehr Handgriffe erfordert, als wenn ein großer Motor vorhanden wäre.

Bei der Konstruktion dieser Motoren hat man alle Erfahrungen früherer Bauten ausgenutzt, um das Gewicht und den Raumbedarf möglichst zu vermindern. Als Beispiel sei erwähnt, daß einzelne dieser Motoren Rahmen erhalten, die nicht gegossen, sondern aus Stahlplatten geschweißt sind. Bei anderen Motoren dieses Schiffes hat man aber die Rahmen auch aus Stahlguß hergestellt, der sich anscheinend ebenfalls bewährt.

Wie weit es bei dieser Motorenanlage gelungen ist, den Bedarf an Raum und an Gewicht herabzudrücken, ist noch nicht bekannt gegeben worden. Dagegen ist mitgeteilt worden, daß doppelt wirkende Zweitaktmotoren von 3550 PS, die mit 600 Umdrehungen in der Minute laufen und für das Artillerieschulboot „Bremse" bestimmt sind, nicht mehr als etwa 5,5 kg für 1 PS, also verhältnismäßig nicht mehr als gewöhnliche Lastkraftwagenmotoren wiegen. In diesem Gewicht sind die Gebläse und anderen Hilfsmaschinen bereits eingerechnet.

Den Ergebnissen der Probefahrten dieser Schiffe darf man mit einer gewissen Zuversicht entgegensehen, da die Motoren auf den Prüfständen der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg eingehenden Abnahmeversuchen unterworfen wurden und auch die Getriebe sich schon im praktischen Gebrauch bewährt haben. Es ist somit nur eine Frage der Zeit und der leider heute nicht besonders günstigen Wirtschaftslage, daß sich eine Werft entschließt, auch mit einem großen Handelsschiff einen ähnlichen Versuch zu unternehmen. Und dann ist es nicht ausgeschlossen, daß dieser Versuch die Frage des großen Dieselschiffes für alle Zukunft günstig entscheidet.

Luftschiffverkehr über den Atlantik. Das Problem der Schaffung eines regelmäßigen Verkehrs zwischen Europa und den Vereinigten Staaten mit Hilfe von Starrluftschiffen nach der Bauart der Zeppeline ist mit dem Ende des Weltkrieges nicht mehr zum Stillstand gekommen. Schon seit etwa 10 Jahren ist drüben die Goodyear-Zeppelin Corporation tätig, deren Aufgabe es ist, die Vorbedingungen für einen solchen Verkehr zu schaffen, ähnlich wie der Luftschiffbau Zeppelin in Friedrichshafen sich der gleichen Aufgabe bei uns widmet.

Nach dem heutigen Stande sind die *wirtschaftlichen Aussichten* eines derartigen Unternehmens gar nicht mehr so ungünstig, wie man noch vor wenigen Jahren geglaubt haben würde. Unter den 511000 Amerikanern, die im Jahre 1929 aus nordamerikanischen Häfen nach Europa reisten, befanden sich, wie eine genaue Zählung ergeben hat, wenigstens 50000, die einen der großen Schnelldampfer benützten und von denen die Hälfte mehr als 500 Dollars für die Überfahrt aufwendeten. Der Kreis der Interessenten für ein Verkehrsmittel, das imstande ist, diese Überfahrt auf etwa 3 Tage abzukürzen, ist somit ziemlich groß. Dazu kommt, daß die neuesten Luftschiffe imstande sind, außer 80 Fahrgästen etwa 11000 kg Fracht mitzunehmen. Das würde bei regelmäßigem Verkehr die Möglichkeit bieten, die gesamte Briefpost und die Expreßpakete auf diesem Wege zu befördern, so daß man schon im Laufe einer Woche Antwort auf einen Brief über den Ozean erhalten könnte.

Daß die Schaffung eines solchen Verkehrs an die Voraussetzung einer genügenden *Sicherheit* geknüpft ist, darüber sind sich alle Beteiligten natürlich klar. Dieses Ziel verfolgen gerade die Versuchsfahrten, die seit Jahren unternommen wurden. Das von der Zeppelinwerft erbaute Luftschiff „Graf Zeppelin" hat unter der Führung von Dr. Eckener bis heute insgesamt 160 Passagierfahrten durchgeführt, darunter 16, die sich über ganze Kontinente oder über den Ozean erstreckten, sowie eine vollständige Weltfahrt. Im Laufe von 2 Jahren hat das Luftschiff so über 230000 km in 2321 Flugstunden zurückgelegt und dabei 6772 Fahrgäste sowie 14000 kg an Briefen und sonstiger Fracht befördert. In diesen 2 Jahren ist keine Verletzung von Fahrgästen oder Mannschaften vorgekommen, auch die Einnahmen haben durchaus befriedigt.

In technischer Hinsicht haben diese Fahrten den Beweis dafür erbracht, daß dieses Luftschiff auch in arktischen sowie in tropischen Gegenden betriebssicher verwendbar ist. Von den vorgesehenen Fahrten konnten 96% genau zur bestimmten Zeit angetreten und ohne Rücksicht auf etwa ungünstige Wetterlage durchgeführt werden. Selbst bei dem bekannten Unfall in Frankreich, bei dem 4 von den 5 Motoren betriebsunfähig wurden, und bei anderen Fällen von Bruchschäden konnte das Luftschiff den nächsten Flughafen sicher erreichen, so daß man hoffen darf, daß ihm das auch in späteren ähnlichen Fällen möglich sein wird.

Der Luftschiffbau Zeppelin hält die Aussichten auf einen ständigen Luftschiffverkehr heute schon für so gesichert, daß er den Bau eines größeren Luftschiffs sowie einer entsprechend größeren Luftschiffhalle in Angriff genommen hat. Die Fertigstellung der Halle wird im nächsten Jahre, die des Luftschiffs im Jahre 1933 erwartet.

Die amerikanischen Erfahrungen im Luftschiffbau beginnen mit dem Bau des Luftschiffs „Shenandoah", das den Zeppelin-Luftschiffen nachgebaut wurde. Dieses Luftschiff ist aber bei einem Unwetter in zwei Teile gebrochen. Verluste an Menschenleben waren dabei glücklicherweise nicht zu beklagen, da das Luftschiff mit Helium gefüllt war und daher kein Brand eintrat. Die meisten Insassen konnten das Luftschiff in Fallschirmen verlassen und sicher am Boden landen. In der Möglichkeit, auch die in Deutschland gebauten Luftschiffe mit Heliumfüllung zu versehen, obgleich die amerikanische Regierung die Ausfuhr von Helium

verbietet, liegt zweifellos ein großer Vorteil der Verbindung deutscher und amerikanischer Bestrebungen auf diesem Gebiete.

Im Jahre 1924 übernahm die amerikanische Marine ferner das in Deutschland gebaute Luftschiff „Los Angeles", nachdem es von Dr. ECKENER wohlbehalten in Lakehurst, dem amerikanischen Luftschiffhafen, abgeliefert worden war. Das Luftschiff hat seitdem noch 16 Flüge von ähnlicher Ausdehnung durchgeführt, wie das Luftschiff „Graf Zeppelin". Im vorigen Winter nahm es z. B., trotzdem es damals bereits 7 Jahre im Dienst war, an den Manövern der Marine am Panamakanal teil, wobei es 27 Tage von seiner Halle fernblieb.

Das kürzlich von der Goodyear-Zeppelin Corporation fertiggestellte Luftschiff „Akron" der amerikanischen Marine, das bei einem Inhalt von 184000 cbm acht Motoren der Maybach-Werke von je 600 PS als Antriebsanlage erhalten und eine Geschwindigkeit von 133 km in der Stunde erreichen soll, wird das größte, schnellste und leistungsfähigste von allen bisher gebauten Luftschiffen sein. Für den Handels-Luftverkehr eingerichtet, kann es 80 Fahrgäste und 11500 kg Fracht befördern. Auf Grund dieser Leistungen hat die amerikanische Gruppe die Pläne für den Luftschiffverkehr aufgestellt.

Die Vorbereitungen für den transatlantischen Luftschiffsverkehr erstrecken sich aber nicht nur auf die Fahrzeuge, sondern namentlich auch auf den *Wetterdienst*. In den letzten Jahren hat man die Funkmeldungen über die Wetterlage auf dem Atlantik so regelmäßig ausgewertet, daß man heute schon in der Lage ist, für jeden Tag der Fahrt eines solchen Luftschiffs eine wahrscheinlichste Wetterkarte anzugeben. Diese Wetterkarte bildet nach dem von Dr. ECKENER zuerst eingeführten Verfahren die Grundlage für die Navigation, wobei man insbesondere die Windströmungen ausnutzt, um die Fahrt des Luftschiffs zu beschleunigen oder die Motorenanlage zu entlasten.

Auf Grund dieser Untersuchungen rechnet man im Sommer mit 70, im Winter mit 80 Stunden Höchstdauer für die Westfahrt und mit 58 bzw. 64 Stunden Höchstdauer für die Ostfahrt. Die Berechnungen gründen sich auf eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 100 km in der Stunde, wobei noch eine Reserve von etwa 40% des Brennstoffvorrates dadurch gegeben ist, daß man vorübergehend die Geschwindigkeit auf 16 km in der Stunde ermäßigt. H.

Paläolithen bei Berlin. Es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die engere und weitere Umgebung Berlins im Diluvium relativ stark besiedelt war. Vorwiegend handelt es sich um mitteldiluviale Überreste eines alten deutschen Kulturhorizontes. Für die wissenschaftliche Feststellung erster Kulturformen auf heutigem deutschem Boden ist das Vorkommen mittelquartärer, und zwar interglazialer Artefakte nicht ohne Bedeutung. (Ich darf hier vielleicht hinzufügen, daß durch meine Beobachtungen und Begutachtungen die Oberlausitzer Artefakte desselben Kulturkreises 1925 zur musealen Erhaltung dieser bedeutenden Funde geführt haben. Seit 1928 weise ich auf die Wichtigkeit der noch unbekannten Funde aus Berlin und Umgebung hin. Daß derartige mitteldiluviale Artefaktvorkommen von einwandfrei großer Bedeutung sein müssen, zeigen die neuesten Befunde[1].)

[1] O. HAUSER, Privatwissenschaftliches Bildarchiv 1,11.

Die Artefakte liegen ausnahmslos sekundär und sind nur durch die Wirkungen der betreffenden glazialen Auswirkungszone aus ihrer ursprünglichen interglazialen Lagerstätte in zum größten Teil südlicher und südwestlicher Richtung transportiert und dann im Umfange der letztglazialen Auswirkungszone deponiert worden. Eine diluvial-geologische Chronologisierung der Artefakte ist nicht immer und überall zweckmöglich. Die Funde können einwandfrei nur auf Grund archäologisch-morphologischer Fertigungskunde erkannt und damit auch bestimmt werden. Der Variationsreichtum der bislang bekannten Artefakte deckt sich in seinem Gesamtkomplex immer mit dem Fundganzen aller im II. diluvial-archäologischen Entwicklungskreis liegenden Sinnformen, und zwar innerhalb der Produktion jeden Fertigungsgrades. Die Geschlossenheit eines Entwicklungskreises, unter voller Berücksichtigung aller geologisch-paläontologischen und somatisch-archäologisch-morphologischen Momente ist, wie die Gesamtbefunde der letzten 7 Jahre zeigen, nicht zu widerlegen. Außerdem erweisen sich die vielen Tausende neu diagnostizierter norddeutscher Artefakte wieder absolut kongruent mit früher publizierten Grund- und Fertigungsformen[1].

Der Erhaltungszustand zeigt sich in den meisten Fällen als erfreulich gut. Von Rollung sind große Teile der Artefakte nicht beeinflußt worden. Ein umfangreiches, und für wissenschaftliche, einwandfreie Forschung sicheres Kulturmaterial ermöglicht jede selbständige Forschung auf paläolithischem, mitteldiluvialem Gebiet. Es ergibt sich ein nicht zu übersehendes, unabhängiges deutsches Forschungsfeld mit schätzbaren Einblicken und Erkenntnissen zur deutschen ältesten Kulturgeschichte. Daß sich auch erste plastische Gestaltungsversuche zeigen, wird zu einem begrüßenswerten weiteren Ansporn, die deutsche Paläolithforschung auch vom Blickfeld der Heimatforschung aus ernst zu nehmen.

Die Einzelformen der neuen Funde lassen sich unschwer als unverkennbare, und zwar sehr gut intentionell gearbeitete Bohrer, Flügelbohrer, Kratzer, Keile und Keilchen klassieren; zumeist in vorzüglich technischer Fertigung und zweckschöner Gestaltung. Nicht uninteressant erscheint es auch, daß das Verhältnis zwischen deutlich linkshändig geführten Werkzeugen zu den rechtshändigen völlig innerhalb der bekannten französischen Verhältniszahlen liegt. Die mitteldiluviale Beeinflussung der hier angeführten Funde auf die jetzt immer mehr und mehr bekanntwerdenden englischen Diluvial-Artefakte kann nur auf einen kontinentalen Gesamtkomplex hinweisen, der unter keinen Umständen schon im Mitteldiluvium gestört gewesen sein konnte. Artefaktmorphologisch darf eine bestimmte Einheitlichkeit zwischen der mecklenburgischen Ostseekultur, der Diluvialkultur Norddeutschlands und Englands nicht mehr außer Beziehung gebracht bleiben mit französischen einschlägigen Befunden, die in ihrer Einheitlichkeit wiederum auch u. a. auf neu gehobene Urkulturen Palästinas hinweisen. Neueste chinesische Diluvialfunde vom November 1931 zeigen kaum Wesensfremdes.

O. HAUSER.

[1] O. HAUSER, La Micoque 1907; 1917 — „Zentraleuropäische Urrasse" 1928 — Privatwissenschaftliches Bildarchiv 1931.

Vulkanologische Mitteilungen.

Bulletin of the National Research Council Number 77: Physics of the Earth — I. *Volcanology*. Nat. Academy of Sciences, Washington 1931. 77 S., VIII, Preis 75 cents. — J. S. AMES, der ehemalige Vorsitzende der physikalischen Abteilung des amerikanischen National Research Council, organisierte im Jahre 1926 in höchst dankenswerter Weise einen großen Ausschuß von Forschern auf allen Gebieten der Geophysik mit der Absicht, eine Reihe von Publikationen herauszugeben, die den jetzigen Stand und die Zukunftsaussichten der verschiedenen geophysikalischen Einzelwissenschaften in einer, auch dem Nichtspezialisten verständlichen Weise darstellen sollen.

Das vorliegende Bulletin Nr. 77 ist der Vulkanologie gewidmet und enthält eine Einleitung von A. L. DAY, in der darauf hingewiesen wird, daß in dieser jungen Wissenschaft die Ansichten der Gelehrten noch weit auseinandergehen, und daß der Mechanismus der Vulkane nur mit Hilfe der Physik und Chemie der hohen Drucke und hohen Temperaturen und unter Heranziehung von Meteorologie und allen geologischen Disziplinen studiert werden kann. Wie richtig DAYS Anschauung ist, ergibt sich aus den drei Arbeiten hervorragender Vulkanologen, die den eigentlichen Inhalt des Bulletins ausmachen.

I. KARL SAPPER, *Volcanoes, their activity and their causes*. Diese Arbeit ist ein von A. L. DAY ins Englische übersetzter Auszug aus SAPPERS vorzüglichem Lehrbuch „Vulkankunde" (Stuttgart: J. Engelhorn Nachf. 1927). Im ersten Abschnitt wird eine Übersicht über die verschiedenen Arten der vulkanischen Tätigkeit und ihrer Produkte gegeben, soweit sie tatsächlich zur Beobachtung gelangten. Diesem empirischen Teil folgt ein mehr oder weniger hypothetischer, der von den Vulkanen und ihren Wurzeln in unbekannter Tiefe handelt, wobei als wichtigster Teil der Förderschlot bezeichnet wird, der die Verbindung des Magmaherdes mit der Erdoberfläche herstellt. Der dritte Abschnitt ist der Erklärung der vulkanischen Phänomene gewidmet. Der Geograph SAPPER stellt fest, daß von der historischen oder geographischen Forschung wegen Mangels an Daten keine Lösung der Fundamentalprobleme des Vulkanismus zu erwarten ist. Er begnügt sich deshalb mit einer knappen Aufzählung der wichtigsten Vulkantheorien, die seit PLATOS Zeiten aufgestellt wurden. Im Widerstreit der Meinungen, der auch in der Gegenwart heftig andauert, sind doch unzweifelhafte Fortschritte unseres gefestigten Wissens wahrzunehmen, und man darf hoffen, daß besonders aus der Zusammenarbeit von Forschern der verschiedensten Gebiete weitere große Erfolge erzielt werden. „Neues zuverlässiges Tatsachenmaterial zu sammeln, dürfte als wichtigstes Ziel der künftigen Studien anzusprechen sein, denn nur solches kann dereinst eine tragfähige Unterlage für befriedigende Theorien werden."

II. IMMANUEL FRIEDLAENDER: *The Present Condition and the Future of Volcanology*. Einleitend weist FRIEDLAENDER darauf hin, daß selbst über die wichtigsten Grundfragen der Vulkanologie keine Übereinstimmung unter den Gelehrten herrscht. Schuld daran ist vor allem der Mangel an sicheren Daten, der der Vernachlässigung dieses Wissenszweiges, besonders auch in finanzieller Hinsicht, zuzuschreiben ist. Während zahlreiche, zum Teil glänzend ausgerüstete astronomische Observatorien bestehen, gab es bis vor zwanzig Jahren nur eine Vulkanbeobachtungsstation (am Vesuv), die überdies mit sehr beschränkten Mitteln arbeiten mußte. Erst in den letzten Jahrzehnten entstanden am Kilauea, am Lassen Peak und an einigen japanischen und holländisch-indischen Vulkanen mehr oder weniger gut ausgerüstete Observatorien. Dem Referenten sei es gestattet, in diesem Zusammenhang auf das von FRIEDLAENDER selbst im Jahre 1913 mit eigenen Mitteln gegründete Vulkaninstitut in Neapel hinzuweisen, das die Forscherarbeit unterstützt und die angesehene Zeitschrift für Vulkanologie veröffentlicht. Vor allem tut aber der Vulkanologie eine gut organisierte internationale Zusammenarbeit not, die leider bis jetzt noch nicht verwirklicht wurde.

Im folgenden faßt FRIEDLAENDER seine Beobachtungen an über hundert Vulkanen kurz zusammen. Er lehnt die von W. H. HOBBS und A. L. DAY geäußerte Meinung, die Vulkane seien nur lokale Phänomene, entschieden ab und weist auf die sicher bestehenden, aber kausal noch nicht geklärten Zusammenhänge zwischen Gebirgsbildung und Vulkanismus hin. Auffallend ist auch die Regelmäßigkeit der Vulkanabstände, die eine Funktion der Erdkrustendicke zu sein scheint. Die Unterschiede in Tätigkeit und Bau der Vulkane, die verschiedenen Typen zugeordnet werden können, ist in der Hauptsache abhängig vom Chemismus und Gasgehalt der geförderten Magmen, die häufig zeitlichen und räumlichen Veränderungen unterworfen sind. Auch auf die bisher nicht erklärbaren Wasserausbrüche wird hingewiesen, wie sie z. B. vom Vesuvausbruch 1631 überliefert sind, deren Existenz aber der Einfachheit halber von vielen Vulkanologen bezweifelt wird. Die Periodizität des vulkanischen Geschehens wird am Beispiel des Vesuvs eingehend behandelt.

Im letzten Abschnitt werden interessante Anregungen zur Entwicklung der Vulkanologie gegeben. Die geographische Erforschung der Vulkane ist noch lange nicht abgeschlossen, und es wäre dringend nötig, eine Vulkankarte der Erde zu schaffen, aus der alles Wesentliche über Tätigkeitstyp, Fördermaterial und besonders auch über geologische und tektonische Stellung der Vulkane zu entnehmen wäre. Ein solches Werk kann natürlich nur durch eine internationale Zusammenarbeit zahlreicher Forscher geleistet werden. Bei morphologischen Untersuchungen muß der Tektonik der Vulkane und ihrer Umgebung viel mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden, als es bisher in den meisten Fällen geschah. Gründliche petrographische und petrochemische Studien werden manche Probleme der Lösung näherbringen. Dasselbe gilt von der Untersuchung der Gase, Fumarolenprodukte und der unter den verschiedensten Bedingungen gebildeten Mineralien. Dazu sind lokale, gut ausgerüstete Observatorien nötig, die auch regelmäßige Überwachung der Temperaturen, der seismischen Unruhen und der magnetischen und gravitativen Schwankungen erlauben würden. Wichtig wäre die häufige Ausführung von Präzisionsnivellements, um die schon oft beobachteten Höhenveränderungen in vulkanischen Gegenden messend zu verfolgen, sowie die Bestimmung der elastischen und anderen Eigenschaften des Untergrundes mit geophysikalischen Methoden. Wenn erst eine lückenlose Überwachung der Vulkane durchgeführt ist, so wird es — ganz abgesehen von den sicher hochinteressanten wissenschaftlichen Ergebnissen — auch möglich sein, Ausbrüche und Erdbeben vorauszusagen und so Leben und Gut der Anwohner zu schützen, oder wenigstens den Schaden auf das Mindestmaß zu reduzieren. Die Tatsache, daß neuerdings die Vulkankräfte auch technische Verwertung finden, läßt die Hoffnung auf-

kommen, daß der Vulkanforschung größere Mittel zur Verfügung gestellt werden, die eine rasche Entwicklung dieses bisher stiefmütterlich behandelten Wissenszweiges ermöglichen.

III. T. A. JAGGAR, *The Mechanism of Volcanoes.* JAGGAR ist Leiter des 1911 gegründeten Vulkanobservatoriums am Kilauea auf Hawaii. Sein Hauptaugenmerk ist auf die experimentelle, quantitative Untersuchung der Tätigkeit dieses Vulkans gerichtet, und er kümmert sich, nach seiner eigenen Aussage, um Theorien nur, insofern sie Anregung zu neuen Experimenten geben, während er spekulativen Hypothesen abgeneigt ist. Aus seinen Erfahrungen am Kilauea zieht er eine Reihe von Schlußfolgerungen, deren Verallgemeinerung vielleicht nicht in dem Maße statthaft ist, wie er annimmt. Trotz dieser Einschränkung ist seine originelle Arbeit sehr wertvoll, da sie neue Ideen enthält, die zum Teil Widerspruch herausfordern, aber gerade deswegen fördernd wirken.

JAGGAR „faßt alle vulkanischen Erscheinungen als Einheit auf; er denkt sich Vulkanismus als einen Vorgang, der überall in und unter der Erdkruste am Werk ist, als einen thermalen Überrest eines ursprünglichen Abkühlungs- und Entgasungsprozesses, der begann, als sich die Erde von der Sonne loslöste. Dieser Mechanismus erzeugte rhythmische Bewegungen, Rotationen und Pulsationen. Wahrscheinlich wurden die ersten Pulsationen der Erde von Flut- und Wärmewirkungen hervorgerufen. Das bedeutet eine sich abkühlende Gesteinshaut, einen Gezeitenmechanismus, der Druckzyklen in der erstarrenden Kruste bedingt, und eine Reihe mit Gasreaktionen zusammenhängende Wärmezyklen, die abwechselnd Schmelzen und Erstarren der unteren Teile der Erdkruste verursachen." So erklären sich geologische Epochen, Zeiten hoher Vulkantätigkeit, die mit solchen weitgehender Vereisung abwechseln, Periodizität im Vulkanismus mit Überlagerung von Zyklen von einigen tausend, 260, 130, 65 und 11 Jahren.

Von dem Vorherrschen basischer, basaltischer Gesteine in den Ozeanbecken, von intermediären Typen in den Küstengegenden und von Graniten in den zentralen Teilen der Kontinente ausgehend, stellt sich JAGGAR die Entwicklung und den Mechanismus des Vulkanismus folgendermaßen vor: Der ursprüngliche Vulkanismus ist an basaltisches Magma gebunden. Da, wo er zuerst am stärksten abnahm, verdickte sich die erstarrende Kruste, wurde schwerer und senkte sich zum Ausgleich der Isostasie. In den so gebildeten Becken sammelte sich das Wasser, auf dessen Grunde jedoch Basalteffusionen fortdauerten. Dagegen entwickelte sich auf den zwischen den Ozeanbecken gelegenen, dünneren Krustenteilen ein subaerischer Vulkanismus, der die Kontinente höher aufbaute. Der geringere Druck der überlagernden Massen brachte hier stärkere Entgasung und Anreicherung leichter Elemente, vor allem des Siliciums mit sich. So bildete sich zähflüssiges, granitisches Magma, das in die bereits bestehende Erdkruste intrudierte und zur Hebung der Kontinente beitrug. Auf den Randbrüchen der Festländer traten intermediäre Magmen zutage, in den mediterranen Senken sammelten sich die Erosionsprodukte als Sedimente an, die bei Durchbrüchen des basaltischen Urmagmas zum Teil assimiliert wurden, wodurch nach R. A. DALY die verschiedenen petrographischen Differentiationen entstanden.

Der Vulkanismus der Tiefsee blieb „rein", effusiv und basisch, er ist heute noch primitiv. Im Gegensatz dazu ist der kontinentale Vulkanismus durch Assimilation verunreinigt, infolge starken Gasverlustes explosiv und im ganzen „dekadent". Die kontinentalen Explosivausbrüche werden durch phreatische Dampfexplosionen eingeleitet, die durch den Kontakt des auf Spalten aufsteigenden Magmas mit dem Grundwasser entstehen. Die treibende Kraft des Magmas sind die in der Silikatschmelze gelösten Gase, die bei tektonischer Druckentlastung frei werden und Blasen bilden und die Ausdehnung und den Aufstieg des Magmas bedingen. Der Wasserstoff spielt dabei die wichtigste Rolle, durch seine Oxydation zu Wasser wird Wärme frei, die zur Flüssighaltung der Schmelze und zur Assimilation der einstürzenden Gesteinsmassen der Schlotwände dient; diesen entstammen die Schwefel-, Kohlenstoff- und Chlorverbindungen, die nach JAGGAR also vorwiegend resurgenter Natur sind.

Infolge der von E. W. BROWN nachgewiesenen, etwa hundertjährigen Schwankungen der Rotationsgeschwindigkeit der Erde soll die Länge des Erdradius periodisch um 1—7 m variieren. JAGGAR vermutet nun, daß in Zeiten der Schrumpfung ozeanische Beben und Magmaeffusionen vorherrschen, während die Ausdehnung, die wahrscheinlich nur die Festländer betrifft, von kontinentalen Erdbeben mit geringer Herdtiefe, Krusteneinbrüchen und explosiven Vulkanausbrüchen begleitet wird.

Trotz der betonten Abneigung des Autors gegen spekulative Hypothesen, bewegt er sich mit seinen oft anfechtbaren Vorstellungen größtenteils auf rein hypothetischem Gebiet. Manche seiner Aussagen erscheinen in der Form von Behauptungen, die er in einer umfassenden Darstellung gut gestützt zur Diskussion stellen sollte.

Zum Schluß gibt auch JAGGAR Anregung zu Untersuchungen, die besonders fördernd auf die Vulkanologie sein werden. Vor allem sollte versucht werden, durch Bohrungen (?) Proben der Gesteine der Tiefseeböden zu beschaffen. Zur Untersuchung der Vulkangase schlägt er die Verwendung von Spektrographen vor. Seine übrigen Anregungen decken sich mit einem Teil der bereits erwähnten von J. FRIEDLAENDER.

A. RITTMANN.

Astronomische Mitteilungen.

Zur Charakterisierung der spektroskopischen Doppelsterne (ARTHUR BEER, Veröffentlichung der Universitätssternwarte zu Berlin-Babelsberg 5, H. 6). Das Studium der Doppelsterne im allgemeinen bildet die Grundlage für die Probleme, bei denen die genaue Kenntnis der Massen der Gestirne von Bedeutung ist, u. a. z. B. für die Frage des Massenverlustes mit fortschreitender Entwicklung, die besonders H. VOGT bearbeitet hat, und für die damit verbundene Frage der Zeitskala für die Sternentwicklung überhaupt. Hier wird nur eine sorgfältige Bearbeitung des Beobachtungsmaterials an Doppelsternen die einwandfreie Grundlage für die Schlußfolgerungen schaffen. Es ist daher die vorliegende Zusammenstellung[1] allen verfügbaren Materials über die spektroskopischen Doppelsterne, die auf Veranlassung von Prof. GUTHNICK vorgenommen wurde, besonders wertvoll. A. BEER hat durch die sorgfältige und ausführliche Behandlung der Beobachtungsergebnisse nach verschiedenen Gesichtspunkten einen Grundstock für alle weiteren Untersuchungen auf

[1] In dieser Zusammenstellung findet man die Arbeiten genauer aufgeführt, auf die hier nur unter dem Namen des Autors hingewiesen wird.

diesem Gebiete geschaffen. Dies beweist die Zahl der Arbeiten, die seitdem auf dem BEERschen Material aufbauend erschienen sind.

Die zu besprechende Arbeit umfaßt alle Sterne, in deren Spektren periodisch um eine Mittellage auftretende Linienverschiebungen festgestellt worden sind. Um zu entscheiden, ob die Linienverschiebung eine Bahnbewegung zur Ursache hat, leitet BEER aus den KEPLERschen Gesetzen eine Formel ab, die eine Beziehung ergibt zwischen der aus der Linienverschiebung abgeleiteten Geschwindigkeitsamplitude und den Größen: Massensumme und Massenverhältnis im Doppelstern, Umlaufszeit, Neigung und Exzentrizität der Bahn. Wieweit diese Beziehung bei den verschiedenen untersuchten Sternen erfüllt ist, zeigt dann die graphische Darstellung durch das sog. Perioden-Amplituden-Diagramm (abgekürzt PK-Diagramm). Für dieses erhält BEER die Form $K = C\,P^{-1/3}$ und vereinfacht sie in die graphisch brauchbarere Gestalt $K = C \cdot \xi$. Zur Bestimmung der Konstanten C werden nur die Sterne ausgewählt, deren Doppelsternnatur einwandfrei feststeht, was nur bei den Bedeckungsveränderlichen und den im Spektrum die Linien einer zweiten Komponente aufzeigenden Sternen der Fall ist. Besonders beachtlich findet der Referent die bei der Charakterisierung des verwendeten Sternmaterials ausführlich besprochenen interessanten Einzelheiten mancher Sterne. Die hierzu durchgearbeitete, umfangreiche Literatur findet man in einem Verzeichnis am Schluß der Abhandlung zusammengestellt, wodurch diese auch noch einen besonderen Wert als Nachschlagewerk erhält. Von solchen Einzelheiten seien z. B. erwähnt, daß bei W Sagittarii die Dopplerverschiebung geringer ist für Linien, die in größeren Höhen der Sternatmosphären ihren Ursprung haben, als für Linien aus tieferen Schichten. Ein weiterer interessanter Fall ist der, daß bei o Ceti die Radialgeschwindigkeitskurve aus den hellen Linien sehr verschieden ist von der aus den dunklen abgeleiteten. Ferner die von LUDENDORFF bei α_2 Canum venaticorum festgestellte Tatsache, daß sich während der Radialgeschwindigkeitsperiode die Linien hinsichtlich ihrer Intensitätsverhältnisse in 3 Gruppen trennen, und zwar ändern die einen ihre Intensität kaum, die anderen erreichen ihr Maximum, während zur gleichen Zeit die der dritten Gruppe ihr Minimum aufweisen.

Auch die Frage der stationären Linien wird besprochen, und es kann ein weiterer Beitrag zur Frage des Vorkommens von Materie im interstellaren Raum in dem Hinweis erblickt werden, daß außer den allgemeiner bekannten ruhenden Linien H und K des Ca_+ in dem gesammelten Sternmaterial gelegentlich ruhende D-Linien und auch solche vom Wasserstoff auftreten; es gibt aber auch Sterne darunter, bei denen diese Linien nicht stationär sind, sondern in verschiedenem Maße die Amplitude der Radialgeschwindigkeit mitmachen. — Aus all dem ist zu ersehen, daß die Ableitung der Konstanten des PK-Diagramms nur nach sorgfältiger Sichtung des Materials vorgenommen werden durfte. Es wurden 71 Sterne nach ihren Perioden in 6 Gruppen zusammengefaßt. Der mittlere Fehler der Konstanten C erreicht 4,8% ihres Wertes, während ihre Extremwerte bis zu 21% vom Mittelwert abweichen. Der Umstand, daß zur Bestimmung des m. F. die Sternanzahlen als Gewichte benutzt wurden, läßt so recht die Wirkung der nun einmal mit dem Beobachtungsmaterial gegebenen zufälligen Zuteilung zu den einzelnen Gruppen erkennen. Man sieht, daß bei 2 Gruppen, die das gleiche Gewicht erhalten, und zwar bei Gruppe V und VI, das eine Mal die Konstante C nur um 0,7% vom Mittelwert abweicht, das andere Mal aber um 16%. Hierin äußert sich das Los aller Zusammenfassungen von Sternen, die trotz mancher gleicher Merkmale noch viele Unterschiede aufweisen können, auf Grund deren wir bei eingehenderen Untersuchungen zur Behandlung des einzelnen Sternes als Individuum geführt werden. BEER betont selbst an mehreren Stellen seiner Arbeit die Wichtigkeit der Einzeluntersuchung gegenüber den statistischen Methoden und ist daher stets bestrebt, eine möglichst weitgehende Gliederung des Materials vorzunehmen. Eine solche bringt die Tab. 16 (S. 52). Hier ist zunächst eine Gliederung in vertikaler Richtung in 17 Gruppen nach der Periodenlänge vorgenommen und eine in horizontaler Richtung nach den Gesichtspunkten, ob es sich um spektroskopische Doppelsterne mit zwei Spektren (*SpD II*), um Bedeckungsveränderliche (*BV*), um Sterne mit mehr als 10 Sonnenmassen (*M*), um Cepheiden (*Cep*) und einige Sonderfälle (*SF*), um β-Canis Majorissterne ($\beta = CMa$-*St*) oder um spektroskopische Doppelsterne mit nur einem Spektrum (*SpD I*) handelt. Hierbei fällt das Verhalten der *SpD I* besonders auf, indem für sie bis zur Periode von etwa 25,1 Tagen die Werte der Konstanten C wesentlich kleiner sind als der oben erwähnte Mittelwert und sich erst bei größeren Perioden um diesen innerhalb eines Streubereiches gruppieren. Die mit Mittelwerten unternommenen Versuche weisen in der Richtung, daß entweder Kleinheit des Massenverhältnisses oder Kleinheit der Gesamtmasse den Unterschied gegen die *SpD II* bedingen. Doch wird man im einzelnen Falle auch an anders als durch Bahnbewegung bedingte Linienverschiebung denken, die BEER unter dem Gesichtspunkt „physische Störungen" zusammenfaßt.

An diese Untersuchungen schließt sich der zweite Hauptteil der Arbeit mit statistischen Betrachtungen. Zunächst wird hinsichtlich des Spektraltypus festgestellt, daß die *SpD* gegenüber den visuellen Doppelsternen die frühen Spektralklassen bevorzugen. Auch die Zahl der unter den spektroskopisch untersuchten Sternen gefundenen *SpD* erreicht bei den frühen Typen bis einschließlich *A* 50%, ist beim Typus *G*0 noch 20% und sinkt bei *G* 5 auf 4% herab und bleibt bei diesem Wert für den Rest der Spektralreihe. Während diese Zahlen auch bei vermehrtem Material kaum eine Verschiebung erfahren werden, wird sich das statistische Ergebnis über die Anzahl der *SpD* in den einzelnen Größenklassen, das gegenwärtig ein Maximum der Häufigkeit bei der scheinbaren Größe 5,2 ergibt, bei Ausdehnung der spektroskopischen Untersuchungen auf schwächere Sterne ändern. Eine Untersuchung über die Verteilung der *SpD* am Himmel ist wegen der bisher vorwiegend auf der Nordhalbkugel auf diesem Gebiete geleisteten Arbeit unterblieben. Die erschöpfende Hauptliste enthält in 19 Spalten für jeden der 302 *SpD* alle ermittelten Einzelheiten über Bahnelemente, Helligkeit und Spektrum. — Mit großer Umsicht ist bei der Ermittlung der absoluten Helligkeit verfahren, wobei alle Methoden der Parallaxenbestimmung in Betracht gezogen werden. Aus der Fülle der diesbezüglichen Ausführungen seien nur 2 Tatsachen hervorgehoben. Es wird bei den kleinen Parallaxen der von A. KOHLSCHÜTTER angegebenen Methode der spektroskopischen Parallaxenbestimmung wegen des günstigen Verhaltens der Fehler der Vorzug vor der trigonometrischen Art gegeben. Bei den Bedeckungsveränderlichen mit 2 sichtbaren Spektren führt der Gebrauch der von K. F. BOTTLINGER unter Anwendung des Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetzes abgeleiteten Beziehung zwischen Sternradius, scheinbarer

bolometrischer Helligkeit und Parallaxe zu besonders vertrauenswürdigen Werten der absoluten Helligkeit, da man die geometrischen Größenverhältnisse im Doppelgestirn aus der Lichtkurve ermitteln kann. Der auf den ersten Anblick sich aufdrängende Zusammenhang einer wachsenden Periodendauer mit dem Fortschreiten von frühen zu späten Typen zeigt sich bei sorgfältiger Unterteilung doch etwas verwickelter, so daß auch hier erst nach Hinzukommen von weiterem Material ein klares Bild zu bekommen sein wird. Ein wesentlich konkreteres Ergebnis zeigt die Statistik hinsichtlich eines Zusammenhanges von Periodendauer und Exzentrizität. Es ergibt sich nämlich für die frühen Spektraltypen ein recht deutlich ausgeprägtes Maximum der Exzentrizität von 0,5 bei einer Periode von 27 Tagen, so daß bei dieser Periode ein wichtiges Stadium der Entwicklung liegen dürfte. Von besonderer Bedeutung ist die Untersuchung über die Massen. Sie wird zuerst nur auf die *SpD II* erstreckt, von denen 88 Systeme zur Verfügung stehen. Bei diesen erhält man aus dem Beobachtungsmaterial einen Wert für das Massenverhältnis und den Ausdruck $M \cdot \sin^3 i$, worin M die Gesamtmasse und i die Bahnneigung bedeutet. Der eben genannte Massenausdruck liegt bei $^2/_3$ der betrachteten Sterne unter 5 Sonnenmassen. Besonders interessant ist die Tab. 50, in welcher die Massen für die einzelnen Spektralgruppen gesondert behandelt sind. Es ist eine ganz deutliche Abnahme der Masse mit fortschreitendem Spektraltypus vorhanden. Von 17 Sonnenmassen für die Typen $O5$ bis $B4$ fällt der Wert auf 10 in der zweiten Hälfte der B-Gruppe, um in der ersten Hälfte der A-Gruppe auf 4 herabzugehen. Dagegen ist für die späteren Typen als $F0$ bei Trennung der Riesen und Zwerge kaum ein Unterschied in den berechneten Massen vorhanden. Im Gegensatz hierzu steht die für die visuellen Doppelsterne aus Untersuchungen von AITKEN und MOORE bekannte Tatsache, daß hier die Riesen dreimal soviel Masse aufweisen als die Zwerge. Das Massenverhältnis ist bei der Mehrzahl der Sterne nahezu Eins, und nur bei den frühen Typen zeigen sich etwas mehr kleinere Werte. Ferner ist ein Anwachsen des Massenverhältnisses mit abnehmender Masse, also mit fortschreitender Entwicklung, durch die zweite Tabelle auf S. 111 angedeutet, sofern man bei Mittelbildung aus je 20 Systemen eine Angleichung des Neigungsmittels an den theoretischen Mittelwert erwarten darf. In der Frage des Mittelwertes der Neigung hat später E. A. KREIKEN (Month. Not. 89 und 90), auf dem BEERschen Material fußend, nachzuweisen versucht, daß man bei Annahme eines größeren Wertes von $\sin i$, nämlich 0,927, statt des wahrscheinlichsten von 0,667 Massen erhält, deren Werte über das Massen-Helligkeitsdiagramm hinweg zu Sternentfernungen führen, die mit der Beobachtung gut übereinstimmen. KREIKEN fand nämlich bei einem Vergleich des Massenausdrucks $m \cdot \sin^3 i$ einerseits mit den von EDDINGTON (The intern. constit. of stars S. 137) angegebenen Massen für Riesensterne und andrerseits mit den von BRILL (Veröff. Berl. Bablbg. 7) angegebenen Massen für Zwergsterne, daß sich nur für die letzteren die Unterschiede gegen die oben erwähnten Massenausdrücke durch alle Spektralklassen hindurch gleichbleiben, während im ersten Fall die Unterschiede einen systematischen Gang mit dem Spektraltypus zeigen. KREIKEN gelangt aus seinen Untersuchungen dann zu dem Schluß, daß die *SpD* Zwergsterne sein müssen. Wenn auch die von KREIKEN benutzten Beziehungen bezüglich der Massen der Riesen- und Zwergsterne noch Abänderungen erfahren können, so ist doch der von ihm beschrittene Weg, zur Kenntnis der Massen zu gelangen, im Prinzip als richtig anzuerkennen und wird nicht von der durch LUYTEN im Harvard Bulletin Nr. 870 an der Arbeit geübten Kritik getroffen. BEER hat zum Studium der Massenverhältnisse noch die *SpD I* herangezogen und findet zunächst eine starke Verschiedenheit der Massenfunktion f für die *SpD I* und die *SpD II*, das ist der aus den Massen der beiden Komponenten und der Bahnneigung gebildete Ausdruck $f = \frac{m_2^3 \cdot \sin^3 i}{(m_1 + m_2)^2}$. Für die erste Gruppe ergibt sich f zu 0,023, für die zweite $f = 0{,}19$. Nach den Untersuchungen von GUTHNICK, HELLERICH und LUDENDORFF bleibt zur Erklärung dieses Gegensatzes von den in f enthaltenen Größen das Massenverhältnis allein übrig. Aus dem vorliegenden Material ergibt sich dann auch, daß das Massenverhältnis bei den *SpD I* im Durchschnitt um 60% kleiner ist als bei den *SpD II*. Immerhin streuen die f-Werte innerhalb der einzelnen Spektralklassen ziemlich, so daß die Erlangung plausibler Mittelwerte nicht einfach ist. Ein Weg ist der Ausschluß von Extremwerten bei der Mittelbildung, der andere die Bildung von sog. „durchschnittlichen Doppelsternsystemen" nach LUDENDORFF. Durch Mittelbildung der Perioden und der Werte $a_1 \cdot \sin i$ erhält man für die einzelnen Spektralklassen Werte f_0, die eigentlich innerhalb der Spektralklassen konstant sein sollten, was aber auch nicht ganz erfüllt wird, wie sich aus der Tab. 59 erkennen läßt. Einen Vorteil hat aber diese Betrachtung der f_0-Werte bei noch weitergehender Zusammenfassung zu nur 2 Gruppen, einer von frühen und einer von späten Typen, daß sich für die Einspektrensterne schließlich dasselbe Verhältnis der Gesamtmassen der beiden Gruppen ergibt wie für die Zweispektrensterne. Daraus folgt, daß auch für die Gruppen der frühen Sterne bei gleicher Gesamtmasse der Unterschied zwischen *SpD I* und *SpD II* in den f-Größen nur auf das Massen*verhältnis* zurückzuführen ist. — Im vorstehenden Referat konnte bei dem Umfang der Arbeit nur das Wesentlichste hervorgehoben werden. Bei der Bedeutung, die das Massenproblem für die Lehre vom Sternaufbau und der Sternentwicklung und darüber hinaus für das große physikalische Problem „Strahlung und Materie" hat, ist es nur zu wünschen, daß die Untersuchung von Sternspektren auf Radialgeschwindigkeitsänderungen weiterhin wesentlich gefördert wird. Es besteht einerseits die Möglichkeit, daß dadurch noch besonders interessante Fälle — himmelsmechanisch, kosmogonisch oder für die Frage der relativistischen Rotverschiebung bedeutungsvoll[1] — entdeckt werden, und andrerseits wird für statistische Zwecke das Material dann den Umfang erreichen, von dem ab auch bei weiterer Zunahme die abgeleiteten Resultate keine Änderung mehr erfahren können. Es bietet sich in zweierlei Hinsicht Arbeit: einmal durch Anwendung größerer Dispersion bei den hellen Objekten und dann durch Ausdehnung der spektralen Untersuchungen auf die schwächeren Sterne. J. WEBER.

[1] Vgl. hierzu in der BEERschen Literaturzusammenstellung Nr. 129.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.